

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H05H 1/46	(45) 공고일자 1999년06월 15일
	(11) 등록번호 10-0197113
	(24) 등록일자 1999년02월23일
(21) 출원번호 10-1995-0055495	(65) 공개번호 특1997-0012882
(22) 출원일자 1995년12월23일	(43) 공개일자 1997년03월29일
(30) 우선권주장 95-217287 1995년08월25일 일본(JP)	
(73) 특허권자 가부시키가이샤 다이헨 니시마쓰 다이조 일본 오사카후 오사카시 요도가와구 다가와 2-1-11	
(72) 발명자 요시키 히로유키 일본국 오사카후 도요나카시 핫토리촌마찌 2조메 2방 30고고 곤도 가즈키 일본국 오사카후 이즈미오쓰시 신논메쵸 15방 35-411 이시이 아키라 일본국 효고켄 가와베군 이나가와쵸 와카바 2조메50방 에이 501고 아마다쓰 시게키 일본국 오사카후 이바라키시 미쓰케야마 2조메 1방 6고 비베루이바라키 240 1고 사이조 다쓰야 일본국 오사카후 오사카사야마시 사야마 1 조메 799 방 1-203고 이타다니 고지 일본국 효고켄 아마가사키시 히가시소노다쵸 1 조메 189 방카루무인소노다 431 아오야마 다카히로 일본국 오사카후 스이타시 데구찌쵸 30 방 20-708고	
(74) 대리인 김기중, 권동용, 최재철	

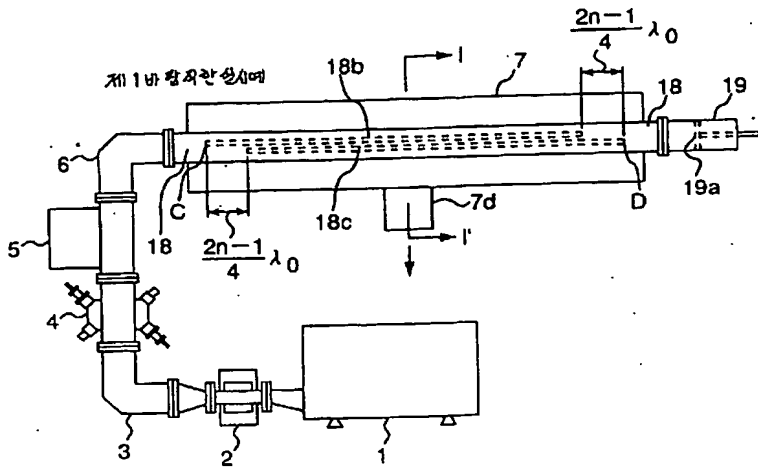
심사관 : 박중환

(54) 장방향 도파관에서 긴 슬롯을 통해 플라즈마실에 마이크로웨이브를 조사하는 플라즈마 처리장치

요약

좁은 창을 지닌 플라즈마실 및 이 플라즈마실과 결합하는 장방향 도파관을 구비한 플라즈마 처리장치에 있어서, 장방향 도파관은 플라즈마실의 좁은 창에 대향하여 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장하도록 E 면에 배설된 긴 슬롯을 지닌다. 또한, 하나 이상의 장방향 도파관이 배설된 두개 이상의 긴 슬롯을 지니고, 각각의 긴 슬롯의 수평길이는 마이크로웨이브의 자유공간파장의 1/2이상으로 설정된다. 또한, 긴 슬롯은 인접한 긴 슬롯의 장방향 도파관의 도파관 축방향으로 마이크로웨이브가 자유공간 파장의  $(2n-1)/4$  까지 서로 이동하도록 서로 평행하게 배설되어 있다. 여기서, n은 자연수이다.

대표도



## 명세서

## [발명의 명칭]

장방형 도파관에서 긴 슬롯을 통해 플라즈마실에 마이크로웨이브를 조사하는 플라즈마 처리장치

## [도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 바람직한 실시예 1의 플라즈마 처리장치의 구조의 평면도.

제2도는 제1도의 선 I-I'을 따라 택한 단면도.

제3도는 제1도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 마이크로웨이브의 전계강도를 도시한 그래프.

제4도는 본 발명의 바람직한 실시예 2의 플라즈마 처리장치의 구조를 도시한 평면도.

제5도는 제4도의 선 I-I'을 따라 택한 단면도.

제6도는 제4도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 마이크로웨이브의 전계강도를 도시한 그래프.

제7도는 본 발명의 바람직한 실시예 3의 플라즈마 처리장치의 구조의 평면도.

제8도는 제7도의 슬롯 어레이의 정면도.

제9도는 제7도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 마이크로웨이브의 전계강도를 도시한 그래프.

제10도는 본 발명의 바람직한 실시예 4의 플라즈마 처리장치의 구조를 도시한 평면도.

제11도는 제10도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 마이크로웨이브의 플라즈마 밀도와 전계강도를 도시한 그래프.

제12도는 본 발명의 바람직한 실시예 5의 플라즈마 처리장치의 구조를 도시한 평면도.

제13도는 제12도의 선 I-I'을 따라 택한 단면도.

제14도는 제12도의 선 T-T'을 따라 택한 단면도.

제15도는 제12도의 플라즈마 처리장치의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 마이크로웨이브의 전계강도를 도시한 그래프.

제16도는 제14도의 부분과 상응하고, 본 발명의 바람직한 제5실시예의 제1개량의 플라즈마 처리장치의 단면도.

제17도는 제14도의 부분에 상응하고, 본 발명의 바람직한 제5실시예의 제2개량의 플라즈마 처리장치의 단면도.

제18도는 제14도의 부분에 상응하고, 본 발명의 바람직한 제5실시예의 제3개량의 플라즈마 처리장치의 단면도.

제19도는 제18도의 플라즈마 처리장치의 유전체 두께에 대한 마이크로웨이브 투과율을 도시한 그래프.

제20도는 본 발명의 바람직한 실시예 6의 플라즈마 처리장치의 일반구조를 도시한 평면도.

제21도는 제20도의 선 T-T'을 따라 택한 단면도.

제22도는 제20도의 플라즈마 처리장치의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 플라즈마 밀도를 도시한 그래프.

제23도는 제14도의 부분에 상응하고, 본 발명의 바람직한 실시예 7의 플라즈마 처리장치를 도시한 단면도.

제24도는 제23도의 플라즈마 처리장치를 도시한 제15도에 해당하는 단면도.

제25a, 제25b 및 제25c도는 이동가능한 슬롯판이 이동할 때, 이동가능한 슬롯판과 플라즈마 처리장치의 개구부 사이의 관계를 도시한 것으로, 제25a도는 타이밍 t1에서의 정면도, 제25b도는 타이밍 t2에서의 정면도, 제25c도는 타이밍 t3에서의 정면도.

제26도는 본 발명의 바람직한 제8실시예의 플라즈마 처리장치를 도시한 제24도에 해당하는 단면도.

제27도는 본 발명의 바람직한 제9실시예의 플라즈마 처리장치를 도시한 제23도에 해당하는 단면도.

제28도는 제27도의 선 T1-T1'을 따라 택한 단면도.

제29도는 제27도의 선 T2-T2'을 따라 택한 단면도.

제30도는 제27도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 마이크로웨이브의 전계강도를 도시한 그래프.

제31도는 본 발명의 바람직한 제10실시예의 플라즈마 처리장치를 도시한 제23도 및 제27도에 해당하는 단면도.

제32도는 제31도의 선 T1-T1'을 따라 택한 단면도.

제33도는 제31도의 선 T2-T2'을 따라 택한 단면도.

제34도는 제31도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 플라즈마 밀도를 도시한 그래프.

제35도는 본 발명의 바람직한 제11실시예의 플라즈마 처리장치를 도시한 제23도, 제27도 및 제31도에 해당하는 단면도.

제36도는 본 발명의 바람직한 제12실시예의 플라즈마 처리장치를 도시한 제23도, 제27도, 제31도 및 제35도에 해당하는 단면도.

제37도는 제36도의 선 T-T'을 따라 택한 단면도.

제38도는 제36도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 마이크로웨이브의 전계강도를 도시한 그래프.

제39도는 제36도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 플라즈마 밀도를 도시한 그래프.

제40도는 선행기술의 플라즈마 처리장치의 구성을 도시한 평면도.

제41도는 제40도의 선 I-I'을 따라 택한 단면도.

제42도는 제40도의 선 T3-T3'을 따라 택한 단면도.

제43도는 제40도의 플라즈마 처리장치의 각각의 긴 슬롯의 수평길이에 대한 마이크로웨이브의 전계강도를 도시한 그래프.

#### \* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- |                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| 1, 1' : 마이크로웨이브 전원     | 2, 2' : 아이소레이터               |
| 3, 3' , 6 : 코너 장방향 도파관 | 4, 4' : 방향성 결합기              |
| 5, 5' : 자동 임피던스 정합기    | 7 : 플라즈마실                    |
| 9, 19 : 중단장치           | 8, 18, 28, 28', 58 : 장방향 도파관 |

#### [발명의 상세한 설명]

본 발명은 플라즈마 처리장치에 관한 것이다. 특히, 하나 이상의 장방향 도파관에서 하나 이상의 긴 슬롯을 통해 플라즈마 챔버까지 마이크로웨이브를 조사시키는 플라즈마 처리장치에 관한 것이다. 상기에서 언급한 플라즈마 처리장치는 큰 면적을 지닌 피처리 물체에 대해 박막형성, 표면개질 및 에칭등과 같은 플라즈마 처리를 일정하고 고속으로 수행하기 위해 제공되어 있다.

현재, 마이크로웨이브를 활용하는 플라즈마 장치는 반도체, LCD 제조공정시 에칭, 예칭, CVD등과 같은 처리를 위해 이용되어 오고 있다. 제40도는 일본국 특허 공개 공보 제 5-335095호에 개시된 선행기술의 플라즈마 처리장치의 일반구조를 도시한 평면도이다. 제41도는 제40도의 선 I-I'을 따라 택한 단면도이다.

제40도와 제41도를 참조하면, 선행기술의 플라즈마 처리장치는 (a) 마이크로웨이브를 발생시키는 마이크로웨이브 전원(1); (b) 아이소레이터 (2) ; (c) 코너 장방향 도파관 (3); (d) 방향성 결합기 (4) ; (e) 소정의 임피던스를 자동으로 설정하는 자동 임피던스 정합기 (5) ; (f) 코너 장방향 도파관 (6); (g) 플라즈마실 (7)이 도파관 (8)에서 전파하는 마이크로웨이브의 전계벡터에 평행한 장방향 도파관의 벽면(이하, E

면이라 함)에 부착된 직방형 형상의 플라즈마실(7)을 결합하는 장방형 도파관(8) : 및 (h) 중단장치(9)를 구비한다.

구성요소 (1-9)는 서로 직렬로 연결되어 있다. 이 구성에서 플라즈마실 (7)은 피처리 시이트 모양의 물체 (13)의 플라즈마 처리를 위해 제공되어 있다.

플라즈마실 (7)에서 제41도에 도시되어 있듯이, 플라즈마실 (7) 내부와 연통하는 돌출부 (7b)가 플라즈마실 (7)의 장방형 도파관 (8) 측에 형성된 플라즈마실 (7)의 측벽 (7a)에 제공되어 있고, 돌출부 (7b)는 장방형 도파관 (8)의 E면 (8a)에 대향하고 있다. 돌출부 (7b)에서 제1전계발생수단으로 이용되는 전자석 (10)이 외주에 제공되어 있고, 좁은 장방형 창 (7c)이 장방형 도파관 (8)의 도파관 측방향을 따라 연장하도록 돌출부 (7b)의 장방형 도파관 (8)에 형성되어 있다. 창 (7c)은 실리콘 그라스 판으로 만들어진 마이클로웨이브 루프창 (11)에 의해 진공하에서 밀봉된 다음, 플라즈마실 (7)이 진공하에서 밀봉된다. 또한, 플라즈마실 (7)에서 배기구 (7d)가 형성되어 진공펌프 (도시하지 않았음)에 연결되어 있고, 처리가스를 플라즈마실 (7)에 도입하는 가스도입 파이프 (12)가 기밀방식으로 플라즈마실 (7)의 벽을 관통하도록 플라즈마실 (7)의 벽에 부착되어 있다. 플라즈마실 (7)은 다음이 제공되어 있다.

(a) 시이트 모양의 피처리 물체 (13)가 감겨진 롤 (14) : 및 (b) 완전히 처리된 물체 (13)를 감는 감긴 권선 롤 (15).

여기에서, 롤 (14)과 (15)은 피처리 물체 (13)가 물체 (13)의 정면이 창 (7c)에 대향하도록 배치되게 서로 대향하게 위치되어 있다.

플라즈마실 (7)과 결합하도록 제공된 장방형 도파관 (8)에서, 긴 슬롯 또는 수평 슬롯 (8b) 및 (8c)이 장방형 도파관 (8)의 도파관 측방향으로 연장하도록 장방형 도파관이 E면 (8a)에 형성되어 있다. 각각의 이들 긴 슬롯 (8b) 및 (8c)의 플라즈마실 (7)의 수평길이와 같은 길이를 하지만, 긴 슬롯 (8b) 및 (8c)의 폭은 창 (7c)의 폭보다 좁은 값에 설정된다. 장방형 도파관 (8)은 플라즈마실 (7)의 창 (7c)에 대향하도록 긴 슬롯 (8b) 및 (8c)으로 플라즈마실 (7)에 전기적으로 연결되어 있다.

위에서 언급한 구성을 한 플라즈마 처리장치에서, 마이크로웨이브 전원 (1)에 의해 발생한 마이크로웨이브가 아이소레이터 (2), 코너 장방형 도파관 (3), 방향성 결합기 (4), 자동 임피던스 정합기 (5) 및 코너 장방형 도파관 (6)을 통해 장방형 도파관 (8)에 도입되거나 조사된다. 다음, 마이크로웨이브가 창 (7c)을 통해 긴 슬롯 (8b) 및 (8c)에서 플라즈마실 (7)로 조사되거나 투사된다.

플라즈마실 (7)과 장방형 도파관 (8) 사이에 제2전계발생수단으로 사용되는 영구자석 (10c)이 긴 슬롯 (8b) 및 (8c)을 따라 E면 (8a)의 중앙부에 측방향으로 배치되어 있다. 또한, 알루미늄, 동, 스테인레스 스틸 등으로 만들어진 장방형의 원통형상의 마이크로웨이브 도파관이 영구자석 (10c)을 지지하고, 마이크로웨이브 도파관 (8)을 형성하기 위해 영구자석 (10c) 주위에 수평으로 위치되어 있다. 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (16)가 플라즈마실 (7)과 장방형 도파관 (16a, 16b) 사이에 적절한 수단에 의해 고정되어 있다.

중단장치 (9)에는 플라즈마실 (7) 측에 공급되지 않은 과잉 마이크로웨이브를 흡수하는 마이크로웨이브 흡수체가 제공되어 있고, 이 경우에 물이 마이크로웨이브 흡수체로 이용된다. 플라즈마실 (7)에 전파되지 않은 과잉 마이크로웨이브가 도입구 (9a)를 통해 도입되는 물에 의해 흡수되고, 마이크로웨이브에 의해 가열된 물은 배출구 (9b)를 통해 배출된다.

상기 플라즈마 처리장치로 플라즈마 처리를 수행하기 위해, 피처리 물체 (13)가 제공되고, 플라즈마실 (7)에 설정된 다음, 플라즈마실 (7)의 내부가 높은 진공까지 증발된다. 이후, 소정의 처리가스가 가스도입 파이프 (12)를 통해 플라즈마실 내부가 소정의 압력으로 가압될 때까지 플라즈마실 (7)로 공급된다. 이 상태에서, 마이크로웨이브가 마이크로웨이브 전원 (1)에서부터 아이소레이터 (2), 코너 장방형 도파관 (3), 방향성 결합기 (4), 자동 임피던스 정합기 (5) 및 코너 장방형 도파관 (6)을 통해 장방형 도파관 (8)의 일단에 공급될 때, 장방형 도파관 (8)에 들어가는 마이크로웨이브가 긴 슬롯 (8b) 및 (8c)에서 조사되어 플라즈마실 (7)의 창 (7c)을 플라즈마실 (7)에 전파된다. 이후, 마이크로웨이브가 플라즈마로 플라즈마실 (7) 내의 처리가스를 여기시킨 다음, 스트럼모양의 플라즈마가 플라즈마실 (7)의 창 (7c)을 따라 발생된다. 플라즈마의 조사하에서 피처리 물체 (13)가 감기고 롤 (15)에 의해 이동된다. 따라서, 큰 면적의 처리가 연속방식으로 물체 (13)에서 수행된다.

특히, 자장이 플라즈마실 (7)의 창 (7c)과 제2전계발생수단으로 이용되는 영구자석 (10c)을 제공함으로써 처리될 물체 (13) 사이의 공간에서 형성되기 때문에, 플라즈마의 전자가 자장의 힘하에서 나선형 운동을 하게 된다. 따라서, 처리가스가 가속으로 이온화되어서 피처리 물체 (13)에 조사된 플라즈마의 밀도가 향상된다. 또한, 전계발생수단에 의해 발생한 전계강도가 공간에서 전자 사이크로트론 공명을 형성하도록 설정되면, 플라즈마 밀도가 고속으로 향상될 수 있다.

또한, 위에서 언급한 전계가 플라즈마실 (7)의 창 (7c)의 측방향 중앙부로 플라즈마실 (7) 쪽으로 향하는 방식으로 발산전계를 형성하는 발산전계 발생수단인 전자석 (10)을 제공함으로써, 플라즈마가 높은 효율로 피처리 물체 (13)에 조사될 수 있고, 플라즈마 밀도가 높은 속도에서 향상되는 것 외에 플라즈마가 제1전계발생수단인 전자석 (10)과 제2전계발생수단인 영구자석 (10c) 없이 발생될 수 있다.

선행기술의 플라즈마 처리장치에서, 마이크로웨이브가 장방형 도파관 (8)의 내부측벽에 의해 되돌아와서 반사되는 동안 경사방향으로 전파되기 때문에 플라즈마실 (7)로의 길이 (AB)를 하는 긴 슬롯 (8b)으로부터 조사된 마이크로웨이브가 제40도의 선 T3-T3'을 따라 택한 단면도에 도시된 제42도의 마이크로웨이브 (W1, W2 및 W3)에 의해 도시되어 있듯이, 플라즈마실 (7)의 일측측으로 경사지게 전파된다. 이로 인한 전계강도가 제43도에 도시되어 있듯이, 플라즈마실 (7)의 수평방향을 따라 일정하지 않게 된다.

또한, 장방형 도파관 (8)에 제공된 길이 AB의 긴 슬롯 (8b)에서부터 플라즈마실 (7)에 조사된 마이크로웨이브의 전계는 중단장치 (9)가 마이크로웨이브 흡수체를 포함하는 것과 관계없이 긴 슬롯 (8a) 및 (8b)으로 발생한 반사파로 인해 정상파의 피크와 밸리를 갖는다. 이로 인한 전계강도는 제43도에 도시되어

있듯이, 피이크와 벨리콜 지닌 비균일 분포가 된다. 따라서, 발생한 플라즈마의 분포가 비균일하게 되어서 플라즈마 처리가 피처리 물체 (13)의 큰 면적에 대해서 얻어질 수 없다는 단점이 있다.

또한, 장방형 도파관 (8)에 입력된 마이크로웨이브 전력중에서 장방형 도파관 (8)의 긴 슬롯 (8b)으로부터 플라즈마실 (7)에 조사되지 않은 전력이 중단장치 (9)의 마이크로 흡수체에 의해 소비되어서 전력이 상실된다. 따라서, 마이크로웨이브의 전력의 이용 효율이 나빠지고, 발생한 플라즈마의 밀도가 매우 낮아진다는 단점이 있다.

본 발명의 목적은 피처리 물체의 큰 면적에 대해 플라즈마 처리를 균일하게 수행할 수 있는 플라즈마 처리장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 선행기술의 장치에 비해 마이크로웨이브 전력의 이용 효율을 향상시킬 수 있는 플라즈마 처리장치를 제공하는 것이다.

위에서 언급한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 특징에 따라 플라즈마 처리장치는, 측벽에 형성된 좁은 창을 지닌 플라즈마실과, 피처리 물체가 상기 창 내부에 제공되어 있고; 또한 상기 플라즈마실과의 결합하는 장방형 도파관과, 상기 장방형 도파관은 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창에 대향하고, 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향에 따라 연장하도록 E면에 배열된 긴 슬롯을 지니고, 또한 상기 장방형 도파관은 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향에 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 수평 방향에 평행하고; 마이크로웨이브를 상기 장방형 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단과를 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 상기 긴 슬롯을 통해 장방형 도파관에서 상기 플라즈마실로 조사되는 것에 있어서, 상기 플라즈마 처리장치는, 하나 이상의 상기 장방형 도파관에 배열된 두 개 이상의 긴 슬롯을 구비하고; 상기 각각의 긴 슬롯의 수평길이는 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정되고; 상기 긴 슬롯은 인접한 상기 긴 슬롯이 서로 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향으로 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $(2n-1)/4$ 까지 이동하고, 여기서  $n$ 은 자연수임을 특징으로 한다.

위에서 언급한 플라즈마 처리장치는, 하나 이상의 긴 슬롯을 지닌 두 개 이상의 상기 장방형 도파관과; 상기 장방형 도파관의 서로 다른 하나에 인접한 상기 장방형 도파관중 하나의 방향과 다른 방향으로 마이크로웨이브를 상기 장방형 도파관의 또 다른 하나에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단과를 구비한다.

위에서 언급한 플라즈마 처리장치에 있어서, 상기 각각의 긴 슬롯은 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향으로 상기 긴 슬롯을 동등하게 세분화함으로써 배열된 다수의 서브 슬롯으로 구성된 슬롯 어레이이고, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 장방형 도파관의 중단에 제공되며, 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향을 따라 이동하도록 제공된 이동 가능한 단락회로판을 지닌 중단장치를 더 구비하고, 상기 이동가능한 단락회로판은 상기 장방형 도파관에서 발생한 전압정재파의 피이크의 중앙부가 상기 서브 슬롯의 수평중앙부와 일치하도록 배치되어 있다.

위에서 언급한 플라즈마 처리장치는, 긴 슬롯을 지닌 상기 장방형 도파관을 지니고, 상기 긴 슬롯은 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향으로 상기 긴 슬롯을 동등하게 세분화함으로써 배열된 다수의 서브 슬롯으로 구성된 슬롯 어레이이고; 또한 상기 장방형 도파관의 중단에 제공되고, 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향을 따라 이동하도록 제공된 이동 가능한 단락회로판을 지닌 중단장치를 구비하고; 상기 이동 가능한 단락회로판은 상기 장방형 도파관에서 발생한 전압정재파의 피이크의 중앙부가 서브 슬롯의 수평중앙부와 일치하도록 배치되어 있다.

본 발명의 또 다른 특징에 따라 플라즈마 처리장치는, 측벽에 배열된 좁은 창을 지니고, 피처리 물체가 상기 좁은 창 내부에 제공된 플라즈마실과; 또한 상기 플라즈마실과 결합하는 장방형 도파관을 구비하고, 상기 장방형 도파관은 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창에 대향하여 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장되게 위치한 긴 슬롯을 지니고, 또한 상기 장방형 도파관은 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향에 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 수평방향에 평행이 되게 제공되어 있고; 또한, 마이크로웨이브를 상기 장방형 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원 수단을 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 상기 긴 슬롯을 통해 장방형 도파관에서 상기 플라즈마실로 조사되는 것에 있어서, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정되는 것을 특징으로 하며, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 긴 슬롯과 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 사이에 제공된 마이크로웨이브 도파관 형성부재를 구비하고, 상기 마이크로웨이브 도파관 형성부재는 상기 긴 슬롯의 개구모양과 동일한 단면을 하는 마이크로웨이브 도파관을 지니고; 또한 어떤 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 재료로 만들어진 유전체를 구비하고, 상기 유전체는 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향을 따라 상기 장방형 도파관의 중단 부근의 위치에서 상기 마이크로웨이브 도파관에 끼워지고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 전송한다.

위에서 언급한 플라즈마 처리장치에 있어서, 상기 긴 슬롯의 수평방향의 상기 유전체의 길이는  $n$ 이 자연수인 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $n/2$ 에 설정되고, 상기 마이크로웨이브 도파관으로의 상기 유전체의 삽입길이는 상기 플라즈마실의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도가 실질적으로 균일하게 되도록 상기 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절함으로써 설정된다.

본 발명의 또 다른 특징에 따라 플라즈마 처리장치는, 측벽에 배열된 좁은 창을 지닌 플라즈마실을 구비하고, 피처리 물체가 상기 좁은 창 내부에 제공되고; 또한 플라즈마 실과 결합하는 장방형 도파관을 구비하고, 상기 장방형 도파관은 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창에 대향하여 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장되도록 위치한 E면에 배열된 긴 슬롯을 지니고, 상기 장방형 도파관은 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향이 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 수평 방향에 평행하도록 제공되어 있고; 또한 마이크로웨이브를 상기 장방형 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 장방형 도파관에서 상기 긴 슬롯을 통해 상기 플라즈마실에 조사되는 것에 있어서, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정되는 것을 특징으로 하며, 상기 플라즈마 처리장치는, 마이크로웨이브의 안내파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향을 따라 이동하도록 상기 장방형 도파관의 중단에 제공된 이동 가능한 단락 회로판과; 상기 장방형 도파관의 도파관 축방향을 따라 주기적으로 또는 비주기적으로 상기 이

동 단락회로판을 이동시키는 이동구동수단을 구비한다.

본 발명의 또 다른 특징에 따라 플라스마 처리장치는, 측벽에 배열된 좁은 창을 지닌 플라스마실을 구비하고, 피처리 물체는 상기 좁은 창 내부에 제공되어 있고; 또한 상기 플라스마실과 결합하는 장방향 도파관을 포함하고, 상기 장방향 도파관은 상기 플라스마실의 좁은 창에 대향하여 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장되도록 E면에 배열된 긴 슬롯을 지니고, 상기 장방향 도파관은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향에 상기 플라스마실의 상기 좁은 창 수평방향에 평행하게 되어 있고; 또한 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 상기 긴 슬롯을 통해 장방향 도파관에서 상기 플라스마실에 조사되는 것에 있어서, 상기 플라스마 처리장치는, 상기 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정된 것을 특징으로 하며, 상기 플라스마 처리장치는, 도파관 축방향으로 상기 긴 슬롯의 수평길이 보다 짧은 길이를 하고, 상기 긴 슬롯의 폭과 같은 폭을 하는 개구부를 지닌 이동 가능한 슬롯판을 지니고, 상기 이동 가능한 슬롯판은 상기 개구부가 상기 긴 슬롯에 대향하도록 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 이동하게 상기 장방향 도파관에 긴 슬롯과 상기 플라스마실의 상기 좁은 창 사이의 공간에 배열되어 있고; 또한 마이크로웨이브의 자유공간의  $1/2$  또는 그 이상의 길이로 주기적으로 또는 비주기적으로 상기 이동 가능한 슬롯판을 이동시키는 이동구동수단을 구비한다.

본 발명의 또 다른 특징에 따라 플라스마 처리장치는, 측벽에 배열된 좁은 창을 지닌 플라스마실을 구비하고, 피처리 물체가 상기 좁은 창 내부에 제공되어 있고; 상기 플라스마실과 결합하는 장방향 도파관을 구비하고, 상기 장방향 도파관은 상기 플라스마실의 상기 좁은 창에 대향하여 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장되도록 E면에 배열된 긴 슬롯을 지니고, 상기 장방향 도파관은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향에 상기 플라스마실의 상기 좁은 창 수평방향에 평행하게 제공되어 있고, 또한 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 상기 긴 슬롯을 통해 장방향 도파관에서 상기 플라스마실로 조사되는 것에 있어서, 상기 플라스마 처리장치는, 상기 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정되는 것을 특징으로 하며, 상기 플라스마 처리장치는, 상기 플라스마실에 제공된 상기 물체와 상기 좁은 창 사이의 공간에서 전계를 발생시키고, 발생한 전계의 방향과 강도를 변경시키는 전계발생수단을 포함한다.

위에서 언급한 플라스마 처리장치는, 각각의 상기 긴 슬롯과 상기 플라스마실 사이에 제공되고, 각각의 상기 긴 슬롯의 개구모양과 동일한 단면을 하는 마이크로웨이브 도파관을 지닌 두 개 이상의 도파관 형성부재와; 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 재료로 만들어진 두 개 이상의 유전체를 구비하고, 상기 유전체는 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 상기 장방향 도파관의 중단 부근의 위치에서 상기 마이크로웨이브 도파관에 끼워지고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 투과시키고; 각각의 상기 긴 슬롯의 수평방향으로서 각각의 상기 유전체의 길이가  $n$ 이 자연수인 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $n/2$ 에 설정되고; 상기 마이크로웨이브 도파관으로서 각각의 상기 유전체의 삽입길이는 상기 플라스마실의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도가 실질적으로 균일하게 되도록 각각의 상기 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절함으로써 설정된다.

위에서 언급한 플라스마 처리장치는, 하나 이상의 상기 긴 슬롯을 지닌 각각의 두 개 이상의 상기 장방향 도파관과; 상기 장방향 도파관의 서로 다른 하나에 인접한 상기 장방향 도파관중 하나의 방향과 다른 방향으로 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관의 또 다른 하나에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 구비하고; 상기 긴 슬롯은 인접한 상기 긴 슬롯이 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향으로 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $(2n-1)/4$ 까지 서로 이동하고, 여기서  $n$ 은 자연수이다.

위에서 언급한 플라스마 처리장치는, 상기 긴 슬롯과 상기 플라스마실의 상기 좁은 창 사이에 제공된 마이크로웨이브 도파관 형성부재를 포함하고, 상기 마이크로웨이브 도파관 형성부재는 상기 긴 슬롯의 개구모양과 같은 단면을 지닌 마이크로웨이브 도파관을 포함하고; 또한 마이크로웨이브를 흡수하지 않는 재료로 만들어진 유전체를 구비하고, 상기 유전체는 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 상기 장방향 도파관의 중단 부근의 위치에서 상기 마이크로웨이브 도파관에 끼워지고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 투과시킨다.

위에서 언급한 플라스마 처리장치에 있어서, 상기 긴 슬롯의 수평방향으로서의 상기 유전체의 길이는  $n$ 이 자연수인 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $n/2$ 에 설정되고; 상기 마이크로웨이브 도파관으로서의 상기 유전체의 삽입길이는 상기 플라스마실의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도가 실질적으로 균일하게 되도록 상기 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절함으로써 설정된다.

본 발명의 플라스마 장치에 따라 두 개 이상의 긴 슬롯이 하나 이상의 장방향 도파관에 제공되어 있고, 각각의 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정되어 있고, 상기 긴 슬롯이 장방향 도파관의 도파관 축방향으로 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $(2n-1)/4$ (여기서,  $n$ 은 자연수)까지 서로 이동하도록 배열되어 있다. 따라서, 긴 슬롯에서 플라스마실로 조사된 마이크로웨이브 전계가 마이크로웨이브의 자유공간 파장에 상응하는 사이를 지닌 파이크와 벨리를 지닐지라도, 마이크로웨이브의 강한 부분과 약한 부분이 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $(2n-1)/4$ 의 위상까지 각각의 긴 슬롯의 위치를 시프트함으로써 서로 중첩된다. 따라서, 플라스마실에 조사된 마이크로웨이브의 전력이 플라스마실의 창 수평방향을 따라 일정하게 되어 균일한 플라스마 밀도가 큰 면적에 걸쳐 얻어질 수 있다.

또한, 본 발명의 또 다른 특징의 플라스마 처리장치에 따라, 위에서 설명한 플라스마 처리장치는 하나 이상의 긴 슬롯을 지닌 두 개 이상의 상기 장방향 도파관과, 인접한 장방향 도파관 사이에서 서로 다른 방향으로 마이크로웨이브를 장방향 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 포함한다. 따라서, 하나의 긴 슬롯을 통해 하나의 장방향 도파관으로부터 조사된 마이크로웨이브의 전계강도가 매우 약한 영역들이 또 다른 긴 슬롯을 통해 또 다른 장방향 도파관으로부터 조사된 마이크로웨이브의 강한전계를 수용한 다음, 마이크로웨이브의 전계의 강한 부분과 약한 부분이 서로 중첩된다. 따라서, 플라스마실에 조사된 마이크로웨이브의 전력이 플라스마실의 창 수평방향을 따라 일정하게 되어서 균일한 플라스마 밀도가 큰 면적에 걸쳐 얻어진다.

또한, 본 발명의 플라스마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라스마 처리장치에서 각각의 긴 슬롯은 도파

관 축방향으로 긴 슬롯을 동등히 세분화하므로서 형성된 다수의 서브 슬롯이 포함된 슬롯 어레이이다. 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 장방향 도파관의 종단에 제공되어 있고, 도파관 축방향으로 이동하도록 제공된 이동 가능한 단락회로판을 지닌 종단장치를 지니고, 이동가능한 단락회로판은 장방향 도파관에서 발생한 전압정재파의 중앙부분이 서브 슬롯의 수평중앙부와 일치하도록 위치해 있다. 또한 이 경우에, 슬롯 어레이의 각각의 서브 슬롯에서 조사된 전계강도의 피크가 실질적으로 균일하게 되어서 마이크로웨이브의 전계 강도의 강한 부분과 약한 부분이 슬롯 어레이의 전체 길이에 걸쳐 감소된다. 따라서, 플라즈마가 결합된 마이크로웨이브 전계를 사용하므로서 매우 낮은 가스 압력으로 발생할 때, 높은 균일한 플라즈마 밀도 분포를 지닌 플라즈마가 마이크로웨이브의 전계의 강한 부분과 약한 부분이 존재해도 발생할 수 있다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 하나의 긴 슬롯을 지닌 하나의 장방향 도파관을 지니고, 도파관 축방향으로 긴 슬롯을 동등하게 세분화하므로서 형성된 다수의 서브 슬롯이 구성된 슬롯 어레이이고; 또한 상기 장방향 도파관의 종단에 제공되어 도파관 축방향을 따라 이동하도록 제공된 이동 가능한 단락회로판을 지닌 종단장치를 구비하고, 상기 이동가능한 단락 회로판은 장방향 도파관에서 발생한 전압정재파의 피크의 중앙부가 서브 슬롯의 수평중앙부와 일치되도록 위치되어 있다. 이 경우에, 슬롯 어레이의 각각의 피크가 실질적으로 균일하게 되어서 마이크로웨이브의 전계 강도의 피크가 실질적으로 일정하게 되어서 마이크로웨이브의 전계강도의 강한 부분과 약한 부분이 슬롯 어레이의 전체 수평길이에 걸쳐 감소된다. 따라서, 플라즈마가 결합된 마이크로웨이브 전계를 사용하므로서 매우 낮은 가스압력으로 발생할 때, 매우 일정한 플라즈마 밀도 분포를 지닌 플라즈마가 마이크로웨이브의 전계의 강한 부분과 약한 부분이 존재해도 발생할 수 있다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 장치는 긴 슬롯과 플라즈마실의 창 사이에 제공되고, 긴 슬롯의 개구모양과 동일한 단면을 지닌 마이크로웨이브 도파관을 지닌 마이크로웨이브 형성 부재와; 마이크로웨이브를 흡수하지 않는 재료로 구성되고, 도파관 축방향을 따라 장방향 도파관의 종단 부근의 위치에서 마이크로웨이브 도파관에 끼워진 유전체를 구비하며, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 투과시킨다. 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 투과시키고, 마이크로웨이브를 흡수하지 않는 유전체를 제공하므로서, 마이크로웨이브의 전계강도가 매우 높은 부분에서 전계강도의 강한 부분이 약해지는 반면, 전계의 약한 부분의 유전체에 의해 반사된 전력에 의해 역으로 보충된다. 따라서, 플라즈마실에 조사된 마이크로웨이브의 전력이 플라즈마실의 창의 수평방향을 따라 더 일정하게 되어서 일정한 플라즈마 밀도가 큰 면적에 걸쳐 얻어진다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치에서 긴 슬롯의 수평방향을 따르는 유전체의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $n/2$ (여기서,  $n$ 은 자연수)에 설정되고, 마이크로웨이브 도파관으로의 유전체의 삽입길이는 플라즈마실의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도가 실질적으로 일정하게 되도록 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절하므로서 설정된다. 따라서, 플라즈마실에 조사된 마이크로웨이브의 전력이 위에서 언급한 플라즈마 처리장치의 전력에 비해 플라즈마실의 창의 수평방향을 따라 더 일정하게 된다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치에서 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정된다. 또한, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 마이크로웨이브의 안내파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정된다. 또한, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 마이크로웨이브의 안내파장의  $1/2$  또는 그 이상의 수평길이에 걸쳐 도파관 축방향을 따라 이동하도록 장방향 도파관의 종단에 제공된 이동 가능한 단락회로판과; 도파관 축방향을 따라 주기적으로 또는 비주기적으로 이동 단락회로판을 이동시키는 이동구동수단을 구비한다. 따라서, 발생한 플라즈마가 전계의 강한 부분과 약한 부분으로 인한 나선형 비균일성 또는 불규칙성을 가질지라도 플라즈마의 비균일이 시간 및 공간적으로 퍼져서 물체에 대한 플라즈마의 조사를 변경하므로서 보충될 수 있다. 따라서, 매우 양호한 균일성의 플라즈마 처리가 수행된다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치에서 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정된다. 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 장방향 도파관의 긴 슬롯과 플라즈마실의 좁은 창 사이의 공간에 구멍을 지닌 이동 가능한 슬롯판을 지니고, 상기 이동 가능한 슬롯판은 도파관 축방향으로 긴 슬롯의 길이 보다 짧은 수평길이와 긴 슬롯의 폭과 같은 폭을 지닌다. 이동 가능한 슬롯판은 긴 슬롯과 개구부가 서로 대향하도록 도파관 축방향을 따라 이동하도록 위치되어 있고, 또한 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상의 수평길이에 걸쳐 주기적으로 또는 비주기적으로 이동 가능한 슬롯판을 이동시키는 이동구동수단을 구비한다. 따라서, 발생한 플라즈마가 긴 슬롯에서 플라즈마실로 조사된 마이크로웨이브의 전계의 강한 부분과 약한 부분에 의해 나선형 비균일 또는 불규칙성을 지닐지라도 플라즈마의 비균일성이 시간과 공간적으로 퍼져서 물체에 대한 플라즈마 조사를 변경시키므로서 보충될 수 있다. 따라서, 양호한 균일성으로 플라즈마 처리가 성취된다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치에서 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정된다. 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 플라즈마실에 설정된 물체와 창 사이의 공간에서 전계를 발생시키고, 전계의 방향과 강도를 변경하는 전계발생수단을 포함한다. 따라서, 발생한 플라즈마가 긴 슬롯에서 플라즈마실로 조사된 마이크로웨이브의 전계의 강한 부분과 약한 부분에 의해 나선형 비균일 또는 불규칙성을 가질지라도 플라즈마의 비균일성은 시간 및 공간적으로 퍼져서 물체에 플라즈마 조사를 변경하므로서 보충될 수 있다. 따라서, 양호한 균일성으로 플라즈마 처리가 성취된다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 각각의 긴 슬롯과 플라즈마실의 좁은 창 사이에 배열되고, 각각의 긴 슬롯의 개구모양과 동일한 단면을 하는 마이크로웨이브 도파관을 지닌 두 개 이상의 마이크로웨이브 도파관 형성부재와; 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 재료로 구성되고, 도파관 축방향을 따라 장방향의 도파관의 종단부근의 위치에서 상기 마이크로웨이브 도파관에 끼워진 두 개 이상의 유전체를 포함하고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 투과시키고; 각각의 긴 슬롯의 수평방향을 상기 각각의 수평길이는 마이크로웨이브

의 자유공간의  $n/2$  ( $n$ 은 자연수)로 설정되고, 각각의 마이크로웨이브 도파관으로의 각각의 유전체의 삽입길이는 플라즈마실의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도가 실질적으로 일정하게 되도록 각각의 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절함으로써 설정된다. 따라서, 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 투과시키고, 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 유전체를 제공함으로써 마이크로웨이브의 전계강도가 매우 높은 부분에서 전계의 강한 부분이 약해지는 반면, 전계의 약한 부분이 유전체에 의해 반사된 전력에 의해 역으로 보충된다. 따라서, 플라즈마실에 조사된 마이크로웨이브의 전력이 플라즈마실의 창의 수평방향을 따라 일정하게 되어서 일정한 플라즈마 밀도가 큰 면적에 걸쳐 얻어질 수 있다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 하나 이상의 긴 슬롯을 지닌 두 개 이상의 상기 장방형 도파관과; 마이크로웨이브를 인접한 장방형 도파관 사이의 다른 방향으로 장방형 도파관의 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 구비하고; 상기 긴 슬롯은 인접한 긴 슬롯이 장방형 도파관의 도파관 축방향으로  $(2n-1)/4$  ( $n$ 은 자연수)까지 서로 이동되는 방식으로 서로 평행하게 형성되어 있다. 따라서, 하나의 긴 슬롯을 통해 장방형 도파관에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도가 매우 약한 면적에서 나머지 긴 슬롯을 통해 나머지 장방형 도파관에서 조사된 마이크로웨이브의 강한 전계를 수용한 다음, 마이크로웨이브의 전계강도의 강한 부분이 서로 중첩된다. 따라서, 플라즈마실에 조사된 마이크로웨이브의 전력이 플라즈마실의 창의 수평방향을 따라 일정하게 되어서 일정한 플라즈마 밀도가 전체 면적에 걸쳐 얻어질 수 있다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 긴 슬롯과 플라즈마실의 창 사이에 제공되고, 긴 슬롯의 개구모양과 동일한 단면을 지닌 마이크로웨이브 도파관을 지닌 마이크로웨이브 형성부재와; 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 재료를 구성하고, 도파관 축방향을 따라 장방형 도파관의 중단 부근의 위치에서 마이크로웨이브 도파관에 끼워진 유전체를 구비하고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 일부를 반사시키고, 마이크로웨이브의 나머지 부분을 투과시킨다. 따라서, 마이크로웨이브의 일부를 반사시키고, 마이크로웨이브의 나머지를 투과시키고, 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 유전체를 제공함으로써 마이크로웨이브의 전계강도가 매우 높은 부분에서 전계강도의 강한 부분이 약해지는 반면, 전계강도의 약한 부분이 유전체에 의해 반사된 전력에 의해 역으로 보충된다. 따라서, 플라즈마실에 조사된 마이크로웨이브의 전력이 플라즈마실의 창의 수평방향을 따라 일정하게 될 수 있어서 일정한 플라즈마 밀도가 전체 면적에 걸쳐 얻어질 수 있다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따라, 위에서 언급한 플라즈마 처리장치는 긴 슬롯과 플라즈마실의 창 사이에 제공되고, 단면이 긴 슬롯의 개구모양과 동일한 마이크로웨이브 도파관을 지닌 마이크로웨이브 도파관 형성부재와; 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 재료로 구성되고, 도파관 축방향을 따라 장방형 도파관의 중단 부근의 위치에서 마이크로웨이브 도파관에 끼워진 유전체를 구비하고; 상기 유전체는 마이크로웨이브의 일부를 반사시키고, 마이크로웨이브의 나머지 부분을 반사시키고, 긴 슬롯의 수평방향을 따르는 유전체의 길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $n/2$  ( $n$ 은 자연수)로 설정되고, 마이크로웨이브 도파관으로의 유전체의 삽입길이가 플라즈마실의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도가 실질적으로 일정하게 되도록 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절함으로써 설정된다. 따라서, 마이크로웨이브의 일부를 반사시키고, 마이크로웨이브의 나머지 부분을 투과시키고, 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 유전체를 제공함으로써 마이크로웨이브의 전계강도가 매우 높은 부분에서 전계의 강한 부분이 약해지는 반면, 전계의 약한 부분이 유전체에 의해 반사된 전력에 의해 역으로 보충된다. 따라서, 플라즈마실에 조사된 마이크로웨이브의 전력이 플라즈마실의 창의 수평방향을 따라 일정하게 될 수 있어서 일정한 플라즈마 밀도가 큰 면적에 걸쳐 얻어질 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예를 수반한 도면을 참고로 설명할 것이다.

[바람직한 실시예 1]

제1도는 본 발명의 바람직한 실시예 1을 도시한 플라즈마 처리장치의 구조도이다. 제2도는 제1도의 선 1-1'을 따라 택한 단면도이다.

제1도는 다음을 도시한다.

(a) 마이크로웨이브 전원 (1) ; (b) 아이소레이터 (2) ; (c) 코너 장방형 도파관 (3, 6) ; (d) 방향성 결합기 (4) ; (e) 자동 임피던스 정합기 (5) ; 및 (f) 플라즈마실 (7)

이들 요소들은 제40도에 도시된 선행 기술장치의 요소와 같은 방식으로 구성되어 있다. 또한, 제1도에는 다음이 도시되어 있다.

(g) 플라즈마실 (7)과 결합하는 장방형 도파관 (18)을 구비하되, 상기 장방형 도파관 (18)은 긴 슬롯 또는 장방형 도파관 (18)의 E면 (18a)에 형성된 수평 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)을 지니고, 또한 (h) 이동 가능한 단락회로판 (19a)이 제공된 중단장치 (19).

제2도는 제1도와 유사하고, 제1도 및 제2도에서 제40도 및 제41도에 도시된 요소와 같은 참조번호가 붙여져 있다.

본 발명의 실시예 1의 플라즈마 처리장치는, 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)이 마이크로웨이브에 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의  $(2n-1)/4$  ( $n$ 은 자연수)까지 도파관 축방향으로 서로 이동하고, 적절한 공간으로 장방형 도파관 (18)의 도파관 축방향에 평행이 되도록 위치되어 있다.

제2도에 도시되어 있듯이, 플라즈마실 (7)에서 플라즈마실 (7)의 내부와 연통하는 긴 돌출부 (7b)가 플라즈마실 (7)의 장방형 도파관 (18) 측의 플라즈마실 (7)의 측벽 (7a)에 제공되어 있고, 돌출부 (7b)가 장방형 도파관 (18)의 E면 (18a)에 대향하게 형성되어 있다. 돌출부 (7b)에서 제1전계발생수단으로 이용되는 전자석 (10)이 돌출부 (7b)의 외주에 제공되고, 좁은 장방형 창 (7c)이 장방형 도파관 (18)의 도파관 축방향을 따라 연장되도록 돌출부 (7b)의 장방형 도파관 (18) 측에 제공된다. 창 (7c)은 실리카 그라스 판으로 만들어진 마이크로웨이브 투과창 (11)에 의해 진공하에서 밀봉된 다음, 플라즈마실 (7)이 진공하에서 밀봉된다. 또한, 플라즈마실 (7)에서 배기구 (7d)가 제공되어 진공펌프(도시되지 않음)에 연결되어 있다. 그리



고, 처리가스를 플라즈마실 (7)에 도입하는 가스도입 파이프 (12)가 기밀방식으로 플라즈마실 (7)의 일벽을 통과하도록 부착되어 있다. 플라즈마실에는 다음이 제공되어 있다. (a) 시이트 모양으로 피처리 물체 (13)가 감겨진 롤 (14) ; 및 (b) 완전히 처리된 물체 (13)를 감는 감긴 권선 롤 (15). 여기에서, 롤 (14)과 (15)은 피처리 물체 (13)가 물체 (13)의 정면이 창(7c)에 대향하도록 배치되게 서로 대향하게 위치되어 있다.

플라즈마실 (7)을 결합하기 위해 제공된 장방형 도파관 (8)에서, 긴 슬롯 (18b) 및 (18b')이 장방형 도파관 (18)의 도파관 축방향으로 연장하도록 장방형 도파관 (18)의 E면 (18a)에 형성되어 있다. 각각의 이들 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)은 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의  $(2n-1)/4$ (여기서, n은 자연수)까지 도파관 축방향으로 서로 이동하고, 적절한 공간으로 서로 평행하게 되도록 위치되어 있다. 또한, 플라즈마실 (7)에서 창 (7c)이 장방형 도파관 (18)의 도파관 축방향으로 연장하도록 장방형 도파관 (18) 측의 플라즈마실 (7)의 측벽 (7a)에 형성되어 있고, 창 (7c)의 수평길이가 위에서 언급했듯이  $\lambda_0$ 의  $(2n-1)/4$ 를 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)의 수평길이에 거의 같거나 실질적으로 같은 값에 설정된다. 장방형 도파관 (18)이 플라즈마실 (7)의 창 (7c)에 대향하는 긴 슬롯 (18b, 18c)으로 플라즈마실 (7)에 전기적으로 연결되어 있다.

플라즈마실 (7)과 장방형 도파관 (18) 사이에 제2전계발생수단으로 이용되는 영구자석 (10c)이 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)을 따라 장방형 도파관 (18)의 E면 (18a)의 축방향 중앙부에 배치되어 있다. 또한, 장방형 원통 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (16)는 알루미늄, 동, 스테인레스스틸로 만들어져 있고, 마이크로웨이브 (16a) 및 (16a')를 형성하도록 그리고 영구자석 (10c)을 지지하도록 영구자석 (10c) 주위에 수평으로 위치해 있다. 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (16)가 적절한 수단에 의해 플라즈마실 (7a)과 장방형 도파관 (18) 사이에 고정되어 있다.

중단장치 (19)는 선행기술의 제40도에 도시된 마이크로웨이브 흡수체를 구성하는 중단장치 대신 이동 가능한 단락회로판 (19a)이 제공되어 있다. 따라서, 소정의 임피던스로 이동 가능한 단락회로판 (19a)과 자동 임피던스 정합기 (5)를 조절함으로써 장방형 도파관 (18)에 도입된 마이크로웨이브가 효율로 플라즈마실 (7)에 공급될 수 있다.

위에서 언급한 구조를 한 플라즈마 처리장치에서, 마이크로웨이브 전원 (1)에 의해 발생한 마이크로웨이브가 아이소레이터 (2), 코너 장방형 도파관 (3), 방향성 결합기 (4), 자동 임피던스 정합기 (5) 및 코너 장방형 도파관 (6)을 통해 장방형 도파관 (18)에 도입된다. 다음, 마이크로웨이브가 마이크로웨이브 도파관 (16a, 16a'), 마이크로웨이브 루프창 (11) 및 창 (7c)을 통해 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)으로부터 플라즈마실 (7)에서 조사되거나 돌출된다.

본 실시예에의 플라즈마 처리장치에서, 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)으로부터 조사된 마이크로웨이브의 전계강도가 제43도에 도시되어 있듯이, 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 반 마다 교대로 강한 부분과 약한 부분을 지니고, 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)의 수평방향을 따라 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의  $1/2$ 까지 서로에게서 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)을 이동시킨다. 즉, 장방형 도파관 (18)의 도파관 축방향으로 전계강도의 강한 부분과 약한 부분이 서로 중첩되도록 마이크로웨이브 전계를 결합하거나 합성시킨다. 바람직하게는 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)이 서로부터 이동하는 수평길이가  $(1/4)\lambda_0$  또는  $(3/4)\lambda_0$ 에 설정된다. 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)이 이를 초과할 때 더 이동되면, 하나의 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)에 의해 발생한 마이크로웨이브의 전계강도에 의해 분포가 더 커지게 된다. 즉, 강한 부분과 약한 부분을 지닌 전계 강도의 분포가 마이크로웨이브의 전계강도의 결합없이 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)의 수평 양단에 위치하게 된다. 또한, 각각의 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)의 수평 길이가 수평길이  $n(\lambda/2)$ 되게 설정되고, n은 1보다 길이가 큰 자연수이고, n은 2보다 같거나 큰 자연수이다. 그러나, n이 더 큰수에 설정되면, 예를 들어, 피처리 물체 (13)의 길이에 대해 4를 초과할 때 마이크로웨이브 전계의 감소가 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)의 수평방향으로 더 커진다.

긴 슬롯 (18b) 및 (18c)에 주어진 수평길이 (CD)의 슬롯에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 제3도의 실선에 의해 도시되어 있다. 전계강도의 강한 부분과 약한 부분의 크기는 일정한 전계강도가 얻어질 수 있도록 감소한다. 제3도에서 점선 (301) 및 (302)은 긴 슬롯 (18b) 및 (18c)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포를 도시한다. 또한, 임피던스를 조절할 수 있는 바람직한 실시예에서 중단장치 (19)에 의해 반사된 마이크로웨이브가 플라즈마실 (7)에 도입될 수 있다. 따라서, 더 큰 전계강도가 더 미부하인 중단장치 (9)를 이용하는 선행기술의 장치의 전계에 비해 얻어질 수 있다. 따라서, 마이크로웨이브의 전계강도가 향상될 수 있다. 따라서, 높은 균일성과 밀도를 지닌 플라즈마가 발생할 수 있다. 또한, 마이크로웨이브 전력의 이용 효율이 선행기술의 이용 효율에 비해 향상된다.

[바람직한 실시예 2]

제4도는 본 발명의 바람직한 실시예 2를 도시한 플라즈마 처리장치의 구조도이다. 제5도는 제1도의 선 1-1'을 따라 택한 단면도이다.

제4도는 다음을 도시한다.

(a) 마이크로웨이브 전원 (1, 1') ; (b) 아이소레이터 (2, 2') ; (c) 코너 장방형 도파관 (3, 3') ; (d) 방향성 결합기 (4, 4') ; (e) 자동 임피던스 정합기 (5, 5') ; 및 (f) 플라즈마실 (7)

이들 요소들은 제1도 및 제40도에 도시된 선행 기술장치의 요소와 같은 방식으로 구성되어 있다. 또한, 다음이 도시되어 있다.

(g) 중단장치 (19, 19') ; (h) 플라즈마실 (7)과 연결하는 장방형 도파관 (28, 28').

여기에서, 장방형 도파관 (28) 및 (28')은 긴 슬롯 (28b) 및 (28b')을 지닌다. 또한, 제5도는 장방형 도파관 (28) 및 (28')을 제외하고 제41도와 유사하다. 제4도 및 제5도에서, 위에서 언급한 도면에 도시된 요소와 동일한 요소가 같은 참조 번호로 붙여져 있다.

제4도를 참조하면, 마이크로웨이브 전원 (1'), 아이소레이터 (2'), 코너 장방형 도파관 (3'), 방향성 결합

기 (4'), 자동 임피던스 결합기 (5') 및 장방형 도파관 (28') 및 중단장치 (19')가 마이크로웨이브 전원 (1), 아이소레이터 (2), 코너 장방형 도파관 (3), 방향성 결합기 (4), 자동 임피던스 정합기 (5) 및 장방형 도파관 (18) 및 중단장치 (19)와 같은 방식으로 직렬로 접속되어 있다.

장방형 도파관 (28) 및 (28')는 병렬이 되도록 배열되어 있고, 도파관 축방향을 따라 장방형 도파관 (28, 28')의 E면 (28a) 및 (28a')에 제공된 긴 슬롯 (28b) 및 (28b')을 지닌다. 긴 슬롯 (28b) 및 (28b')이 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 1/4 또는 3/4까지 장방형 도파관 (28) 및 (28')의 도파관 축방향 및 적절한 공간으로 서로 평행하게 이동하도록 위치되어 있다. 또한 장방형 도파관 (28) 및 (28')에는 마이크로웨이브 전원 (1, 1'), 아이소레이터 (2, 2'), 코너 장방형 도파관 (3, 3'), 방향성 결합기 (4, 4'), 자동 임피던스 정합기 (5, 5')가 연결되어 있고, 이들은 장방형 도파관 (28, 28') 내에서 전파하는 마이크로웨이브가 서로 다른 방향 및 서로 평행하게 공급되도록 선 1-1'에 대해 대칭적으로 제공되어 있다. 즉, 장방형 도파관 (28)은 제4도의 좌측 단부에서 공급된 마이크로웨이브를 지니는 반면, 장방형 도파관 (28')은 제4도의 우측 단부에서 공급된 마이크로웨이브를 갖는다.

본 발명의 바람직한 실시예의 플라즈마 처리장치에 있어서, 긴 슬롯 (28b)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 제43도의 형태로 도시되어 있는 반면, 긴 슬롯 (28b')에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포는 제43도에 도시된 분포에 반대 형태를 한다. 따라서, 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 1/4 또는 3/4의 수평길이까지 긴 슬롯 (28b) 및 (28b')을 시프팅함으로써, 마이크로웨이브의 2개의 전계강도는 전계강도의 강한 부분과 약한 부분이 바람직한 실시예 1처럼 서로 중첩된다.

본 발명의 바람직한 실시예의 플라즈마 처리장치에 있어서, 긴 슬롯 (28b) 및 (28b')에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 제6도의 실선으로 도시된 바와 같이, 결합된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 긴 슬롯의 전체 수평길이에 걸쳐 더 균일하게 된다. 따라서, 균일성이 더 향상된다. 제6도의 점선 (311) 및 (312)은 긴 슬롯 (28b) 및 (28b')에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포를 나타낸다.

#### [바람직한 실시예 3]

제7도는 본 발명의 바람직한 실시예 3를 도시한 플라즈마 처리장치의 구조도이다. 바람직한 실시예 3는 플라즈마실 (7)과 결합하도록 제공된 두 개의 장방형 도파관 (38) 및 (38')을 제외하고, 바람직한 실시예 2의 제5도에 도시된 것과 같은 방식으로 배열되어 있다. 장방형 도파관 (38) 및 (38')은 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')를 지닌다. 제7도에서 제1도 및 제4도에 도시된 요소와 유사한 요소는 제1도 및 제4도에 도시된 요소와 같은 참조번호를 붙였다.

제8도를 참조하면, 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')가 장방형 도파관 (38) 및 (38')의 도파관 축방향을 따라 장방형 도파관 (38, 38')의 E면 (38a, 38a')에 제공되어 있고, 각각의 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')가 장방형 도파관 (38, 38')의 도파관 축방향으로 연장하도록 형성된 다수의 작은 서브 슬롯 (80s)으로 구성되어 있다. 서브 슬롯 (80s)은 라인에 배열되거나 모가 진 형태로 배열되어 있다. 각각의 서브 슬롯 (80s)의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 1/2에 설정되어 있고, 서브 슬롯 (80s)의 장방형 도파관 (30) 및 (38') 내에서 전파되는 각각의 마이크로웨이브의 안파장  $\lambda_g$ 이 1/2 간격으로 배열된다. 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')는 적절한 공간으로 서로 평행하고, 장방형 도파관 (38) 및 (38')의 도파관 축방향을 따라 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 1/4 또는 3/4까지 서로 이동하도록 평행하게 이동한다. 본 실시예에서  $\lambda_g = \lambda_0$ 이다.

본 실시예의 플라즈마 처리장치에 있어서, 장방형 도파관 (38) 및 (38')내에서 발생하는 전압정재파의 피크의 중앙부분은 장방형 도파관 (38) 및 (38')의 도파관 축방향으로 중단장치 (19) 및 (19')의 이동 가능한 단락 회로판 (19a) 및 (19a')을 이동시키므로서 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')의 서브 슬롯 (80s)의 수평중앙부와 일치하도록 되면, 마이크로웨이브가 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')로부터 높은 효율로 플라즈마실 (7)쪽으로 조사된다. 그리고, 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')의 서브 슬롯 (80s)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 피크가 실질적으로 일정하게 된다. 그러나, 하나의 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도는 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 반 마다 교대로 강한 부분과 약한 부분을 지닌다. 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')를 (1/4)  $\lambda_0$  또는 (3/4)  $\lambda_0$ 까지 서로 이동시키므로서, 마이크로웨이브의 두 개의 전계강도는 마이크로웨이브의 전계강도의 강한 부분과 약한 부분이 서로 중첩되도록 합성되거나 결합된다.

슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')로부터 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 제9도에서 점선 (321) 및 (322)에 의해 도시되어 있다. 두 개의 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')의 수평길이 (CD)를 지닌 슬롯에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 제9도의 실선에 의해 도시되어 있듯이, 슬롯 어레이 (80b) 및 (80b')의 전체 수평길이에 걸쳐 실질적으로 일정하게 된다. 플라즈마가 결합된 마이크로웨이브의 전계강도를 이용함으로써 발생할 때, 장방형 도파관 (38) 및 (38')의 도파관 축방향에 대한 플라즈마 밀도의 강한 부분과 약한 부분이 일정한 플라즈마가 발생하도록 감소된다.

#### [바람직한 실시예 4]

제10도는 본 발명의 바람직한 실시예 4를 도시한 플라즈마 처리장치의 구조도이다. 이 바람직한 실시예는 장방형 도파관 (48)에 하나의 슬롯 어레이 (80b)가 제공된 것 외에 바람직한 실시예 1에 도시된 제1도와 유사한 방식으로 배열되어 있다. 제10도에서 제1도의 요소와 유사한 요소는 제1도에 도시된 요소와 같은 참조번호로 붙여져 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 이용된 슬롯 어레이 (80b)가 제8도에 도시된 슬롯 어레이 (80b)와 같다. 제8도와 같은 방식으로 각각의 서브 슬롯 (80s)의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 1/2로 설정되어 있고, 서브 슬롯 (80s)이 장방형 도파관 (48)내에서 전파하는 마이크로웨이브의 안파장  $\lambda_g$ 의 1/2 간격으로 배열되어 있다.

본 발명의 바람직한 실시예의 플라즈마 처리장치에 있어서, 장방형 도파관 (48)내에서 발생하는 전압정재

파의 파이크의 중심부분이 장방향 도파관 (48)의 도파관 축방향으로 종단장치 (19)의 이동 가능한 단락회로판 (19a)을 이동시키므로써 슬롯 어레이 (80b)의 각각의 서브 슬롯 (80s)의 수평중앙부와 일치되도록 되면, 마이크로웨이브가 슬롯 어레이 (80b)에서 고효율로 플라스마실 (7) 쪽으로 조사되고, 슬롯 어레이 (80b)의 서브 슬롯 (80s)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 파이크가 실질적으로 일정하게 된다.

슬롯 어레이 (80b)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포는 제11도의 점선에 의해 표시되어 있듯이, 장방향 도파관 (48)의 도파관 축방향에 대한 마이크로웨이브의 강한 부분과 약한 부분이 슬롯 어레이 (80b)의 전체 수평길이에 걸쳐 감소하도록 되어 있다. 플라스마는 매우 낮은 가스 압력으로 결합된 마이크로웨이브의 전계강도를 사용하여 발생될 때, 플라스마 밀도 분포는 제11도의 실선에 의해 도시된 상태가 된다. 따라서, 양호한 균일성을 지닌 플라스마가 마이크로웨이브의 전계강도의 강한 부분과 약한 부분이 존재해도 발생될 수 있다.

[바람직한 실시예 5]

제12도는 본 발명의 바람직한 제5실시예의 구조도이다. 제13도는 제12도의 선 1-1'을 따라 택한 단면도이다. 제12도는 다음을 도시한다.

(a) 마이크로웨이브 전원 (1) : (b) 아이소레이터 (2) : (c) 코너 장방향 도파관 (3, 6) : (d) 방향성 결합기 (4) : (e) 자동 임피던스 정합기 (5) : (f) 플라스마실 (7) 및 (g) 종단장치 (19).

이들 요소는 바람직한 실시예 1에 도시된 제1도의 요소와 유사한 방식으로 배열되어 있다. 또한, 플라스마실 (7)과 결합하는 장방향 도파관 (58)이 도시되어 있고, 장방향 도파관 (58)은 장방향 도파관 (58)의 E면 (58a)에 형성된 긴 슬롯 (58b)을 지닌다. 또한, 제13도에서 마이크로웨이브 도파관 (26a)을 지닌 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (26) 및 마이크로웨이브 도파관 (26a)에 끼워진 유전체가 도시되어 있다. 제12도 및 제13도에서 제1도 및 제2도에 도시된 요소와 유사한 요소가 제1도 및 제2도에 도시된 요소와 같은 참조번호로 붙여졌다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (26)는 동, 알루미늄 등의 양호한 전기전도 금속으로 구성되어 있고, 플라스마실 (7)을 장방향 도파관 (58)에 전기적으로 접속시킨다. 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (26)의 단면은 긴 슬롯 (58b)의 단면과 동일한 좁은 장방향 모양으로 형성되어 있다.

제14도는 제12도의 선 T-T'을 따라 택한 부분 단면도이다. 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (26)의 마이크로웨이브 도파관 (26a)에는, 예를들어 유전체 (27), 즉 장방향 평행육면체가 끼워져 있으며, 유전체 (27)는 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 물질로 구성되어 있고, 세라믹, 합성수지로 만들어져 있다. 유전체 (27)는 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 물질을 선택하므로써 마이크로웨이브는 유전체 (27)에 의해 부분적으로 반사되고, 나머지 마이크로웨이브는 플라스마실 (7)의 창 (7c)에 도달하기 위해 유전체 (27)에 의해 투과된다.

본 발명의 플라스마 처리장치에 있어서, 유전체 (27)를 장방향 도파관 (58)의 종축에, 즉 마이크로웨이브 전계가 매우 강한 위치에 끼우므로써 마이크로웨이브 (W2)는 유전체 (27)에 의해 반사되고, 반사된 마이크로웨이브는 마이크로웨이브 (W21)가 되는 반면, 나머지 마이크로웨이브는 마이크로웨이브 (W22)가 되기 위해 유전체 (27)에 투과된다. 마이크로웨이브 (W21)는 플라스마실 (7) 내의 마이크로웨이브의 전계강도의 원래 양단 부분을 강하게 하는 반면, 이와 반대로 마이크로웨이브 (W22)는 마이크로웨이브 (W2)의 전력보다 낮은 마이크로웨이브 전력을 지니도록 감소되어서 플라스마실 (7)의 마이크로웨이브의 전계강도의 원래 강한 부분을 약하게 한다. 마이크로웨이브 (W3)의 경우, 마이크로웨이브 (W31)는 유전체 (27)에 의해 반사되는데, 이는 이동 가능한 단락회로판 (19a)에 의해 반사되고, 반사된 마이크로웨이브가 최종적으로 플라스마실 (7)에 공급된다. 한편, 유전체 (27)를 통과한 마이크로웨이브 (W32)는 마이크로웨이브 (W22)의 방식과 유사하게 약한 마이크로웨이브 전력을 갖도록 더 감소하여서 마이크로웨이브 (W32)가 마이크로웨이브 전계강도의 원래 강한 부분을 약하게 한다.

긴 슬롯 (58b)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포는 제15도에 도시되어 있듯이, 플라스마실 (7)의 수평방향을 따라 실질적으로 일정하여 마이크로웨이브의 전계강도의 분포의 균일성이 더 향상된다. 따라서, 고밀도의 플라스마가 발생될 수 있다.

제16도 및 제17도에 도시된 유전체 (27a) 및 (27b)는 유전체 (27)의 개량형이고, 마이크로웨이브의 전계강도의 강한 부분에서 약한 부분까지의 면적에 걸쳐 각각의 유전체 (27a) 및 (27b)의 두께를 점차 감소시키므로써 마이크로웨이브의 전계강도의 분포의 균일성을 얻도록 되어 있다. 즉, 제16도의 경우, 유전체 (27a)의 단면 형상은 장방향 도파관 (58) 측에서 폭이 L1a, 플라스마실 (7) 측에서 폭이 L1 (L1a) 및 두께가 L2이다. 또한, 제17도의 경우, 유전체 (27b)의 단면 형상이 최대 두께 L2 (= L2a + L2b)이고, 최소 두께가 L1이다. 유전체 (27b)의 두께는 장방향 도파관 (58) 측의 두께 L2a의 부분에서 0에서 L1까지 변경된다.

제18도에 도시된 유전체 (27c)는 폭이 L1 및 두께가 L2가 되도록 크기가 미리 결정된다. 제43도에 도시되어 있듯이, 플라스마실 (7)에 조사된 마이크로웨이브의 전계강도는 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 1/2에 해당하는 사이클로 교번하는 강한 부분과 약한 부분을 갖는다. 따라서, 긴 슬롯 (58b)의 수평길이를 따라 유전체 (27c)의 수평길이 L1을 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의  $n/2$  (여기서,  $n$ 은 자연수)로 설정하므로써 플라스마실 (7) 측의 공간과의 양호한 정합이 얻어질 수 있다. 따라서, 마이크로웨이브의 공급 효율이 향상됨과 동시에 플라스마실 (7)에 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 교란이 최소화 될 수 있다.

또한, 유전체 (27c)의 두께 (L2)와 마이크로웨이브 투과율간의 관계를 도시한 제19도를 토대로, 유전체 (27c)의 마이크로웨이브 투과율이 마이크로웨이브의 전계강도의 강한 부분에서 약한 부분까지의 면적에 걸쳐 마이크로웨이브 도파관 (26a)으로의 유전체 (27c) 도파관 (26a)으로의 유전체 (27c)의 삽입길이 (L2)를 증가시키거나 감소시키므로써 조정되면, 플라스마실 (7)의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 일정하게 향상된다. 즉, 삽입길이 (L2)는 유전체 (27c)의 투과율이 마이크로웨이브의 전계강도

가 매우 큰 영역에서 감소되는 반면, 유전체 (27c)의 투과율은 마이크로웨이브의 전계강도가 매우 작은 영역에서 증가된다. 다시 말해, 삽입길이 (L2)는 일정한 전계분포가 플라스마실 (7)의 수평방향을 따라 얻어질 수 있도록 유전체 (27c)의 투과율을 조절함으로써 얻어진다.

유전체 (27), (27a), (27b) 및 (27c)에 의한 마이크로웨이브의 반사가 증가하도록 큰 유전상수 ( $\epsilon_r$ )를 지닌 물체가 이들 유전체 (27), (27a), (27b) 및 (27c)에 대해 선택되는데, 이는 유전매체의 특성 임피던스가 유전상수 ( $\epsilon_r$ )에 의존하고, 진공에서의 값의  $1/(\epsilon_r)^{1/2}$  배이기 때문이다. 이 경우에, 예를 들어서 세라믹, 알루미늄 등의 유전체가 이용될 수 있다.

한편, 유전체 (27), (27a), (27b) 및 (27c)에 의한 마이크로웨이브의 반사가 감소하도록 작은 유전상수 ( $\epsilon_r$ )의 물체가 유전체 (27), (27a), (27b) 및 (27c)에 대해 선택된다. 예를 들어서, 폴리에틸렌 또는 테플론과 같은 합성수지가 유전체로 이용될 수 있다. 합성수지가 임의의 모양을 얻도록 처리가 용이하다는 장점이 있다.

#### [바람직한 실시예 6]

제20도는 본 발명의 바람직한 실시예 6를 도시한 구조도이고, 제21도는 제20도의 선 T-T'을 따라 택한 부분 단면도이다. 제20도는 다음을 도시한다.

(a) 마이크로웨이브 전원 (1) ; (b) 아이소레이터 (2) ; (c) 코너 장방형 도파관 (3, 6) ; (d) 방향성 결합기 (4) ; (e) 자동 임피던스 정합기 (5) ; (f) 플라스마실 (7) ; (g) 플라스마실 (7)을 결합하는 장방형 도파관 (58) ; 및 (h) 증단장치 (19).

이들 요소는 바람직한 제5실시예에 도시된 제2도의 요소와 유사한 방식으로 배열되어 있다. 또한, 제20도에는 장방형 도파관 (58)의 도파관 축방향으로 이동 가능한 단락회로판 (19a)을 왕복운동으로 구동시키는 단락회로판 구동장치 (19)가 도시되어 있다.

단락회로판 구동장치 (91)는 구동바 (91b)가 중심에서 디스크 (91a)의 주변 단부 주위에서 회전하도록 일단이 축 (111)에 의해 지지되고, 구동바 (91b)의 타단이 이동 가능한 단락회로판 (19a)에 연결된 구동바 (91b) 및 디스크 (91a)의 중심에서 축 (110)에 지지되어 스텝핑 모터 등에 의해 화살표 (100)의 회전 방향으로 회전하는 디스크 (91a)를 구비한다. 스텝핑 모터의 회전을 제어함으로써, 즉 파스널컴퓨터 (도시되지 않음)에 의해 외부에서부터의 디스크 (91a)의 회전을 제어함으로써, 이동 가능한 단락회로판 (19a)이 화살표 (200)에 의해 표시되어 있듯이 장방형 도파관 (58)의 도파관 축방향을 따라 자동으로 왕복 이동할 수 있고, 주기적으로 및 비주기적으로 이동할 수 있다.

제21도에 도시되어 있듯이, 본 발명의 바람직한 실시예의 플라스마 처리장치에 있어서, 이동 가능한 단락회로판 (19a)이 장방형 도파관 (58)의 도파관 축방향을 따라 이동하기 때문에 장방형 도파관 (58) 내에서 발생하는 정재파가 이동 가능한 단락회로판 (19a)의 운동에 따라 변경된다. 따라서, 도파관 축방향을 따라 이동 가능한 단락회로판 (19a)을 왕복 운동적으로 이동할 때, 정재파가  $W_1, W_2, W_2, W_2, W_1, W_2, W_3, \dots$ 로 변경한다. 제21도에서 정재파 ( $W_1$ )는 일점 세선으로 도시되고, 정재파 ( $W_2$ )는 점선으로 도시되고, 정재파 ( $W_3$ )는 실선으로 도시되어 있다. 바람직한 실시예에서, 장방형 도파관 (58)의 도파관 축방향을 따라 긴 슬롯 (58b)에서부터 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 강한 부분을 앞뒤로 이동시키기 위해서 플라스마가 피처리 물체 (13)의 각각의 부분에 일정하게 조사될 수 있다.

긴 슬롯 (58b)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도로 인한 플라스마 밀도분포가 제22도의 실선에 의해 도시되어 있듯이, 플라스마실 (7)의 수평방향을 따라 균일하게 된다. 제22도에 도시된 점선은  $t_1$  및  $t_2$ 에서 플라스마 밀도 분포를 나타낸다.

바람직한 실시예에서, 이동 가능한 단락회로판 (19a)의 이동거리를 장방형 도파관 (58)의 안내파장  $\lambda_g$ 의 약 1/2에 설정하여 이동 가능한 단락회로판 (19a)을 이 거리에 걸쳐 연속적으로 이동시키는 것이 바람직하다. 이동 가능한 단락회로판 (19a)의 이동 사이클을 사이트 모양으로 피처리 물체 (13)의 처리 시간의 1/10 보다 크지 않은 주기에 설정하는 것이 바람직하다.

#### [바람직한 실시예 7]

제23도는 본 발명의 바람직한 실시예 7가 바람직한 제5실시예를 도시하는 제12도의 선 I-I'을 따라 택한 부분 단면도이다. 제4도는 제12도의 선 T-T'을 따라 택한 단면도이다. 제23도와 제24도는 이동 가능한 슬롯판 (22), 베어링 (23a) 및 (23b), 가요성 전도체 (24a), (24b), (24c) 및 (24d) 및 이동 가능한 슬롯판 (22)을 구동시키는 슬롯판 구동장치 (92)를 도시한다.

제23도 및 제24도에서, 제12도 및 제13도에 도시된 요소와 유사한 요소는 제12도 및 제13도에 도시된 요소와 같은 참조번호를 붙였다.

이동 가능한 슬롯판 (22)은 알루미늄, 동 및 스테인레스스틸의 전기전도 금속으로 구성되어 있고, 이동 가능한 슬롯판 (22)이 이동 가능한 슬롯판 (22)의 측면에 배열된 가요성 전도체 (24a), (24b), (24c) 및 (24d)와 이동 가능한 슬롯판 (22)의 위 및 아래에 배열된 베어링 (23a) 및 (23b)에 의해 장방형 도파관 (58)의 도파관 축방향으로 주기적으로 또는 비주기적으로 이동하는 방식으로 긴 슬롯 (58b)과 마이크로웨이브 투과창 (11) 사이의 공간에 제공된다. 이동 가능한 슬롯판 (22)에서 장방형 도파관 (58)의 도파관 축방향을 따르는 길이가 긴 슬롯 (58b)의 수평길이 보다  $\lambda_o/2$ 보다 짧고, 폭이 긴 슬롯 (58b)의 폭과 같은 장방형 개구부 (22a)가 제공되어 있다. 긴 슬롯 (58b), 마이크로웨이브 도파관 (26a) 및 개구부 (22a)는 마이크로웨이브가 장방형 도파관 (58)에서 플라스마실 (7) 쪽으로 전파되는 도파관 (58)을 형성한다. 또한, 플라스마실 (7)과 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (26)가 가요성 전도체 (24a), (24b), (24c) 및 (24d)에 의해 서로 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 베어링 (23a) 및 (23b)은 이동 슬롯판 (22)이 장방형 도파관 (58)의 도파관 축방향을 따라 부드럽게 이동하도록 제공되어 있다. 또한, 마이크로웨이브 도파관 형성 부재 (26)는 플라스마실 (7)을 장방형 도파관 (58)과 전기적으로 접속시킨다.

슬롯판 구동장치 (92)는 디스크 (92a)의 중앙에 축 (110)에 의해 지지되고, 스텝핑 모터에 의해 화살표 (100)의 회전방향으로 회전하는 디스크 (92a)와 구동바 (92b)가 중심에서 디스크 (92a)의 주단부 주위를 회전하도록 일단이 축 (111)에 의해 지지되는 구동바 (92b)를 포함하고, 구동바 (92b)의 또 다른 단이 이동 가능한 슬롯판 (22)의 중앙부에 연결되어 있다. 스텝핑 모터의 회전을 제어함으로써, 즉 외부 퍼스널 컴퓨터 (도시하지 않음)로부터의 디스크 (92a)의 회전을 제어함으로써, 이동 가능한 슬롯판 (22)이 자동으로 왕복운동하고, 화살표 (200)에 의해 표시되어 있듯이 장방향 도파관 (58)의 도파관 축방향으로 따라 주기적으로 또는 비주기적으로 이동한다.

바람직한 실시예의 플라스마 처리장치에 있어서 이동 가능한 슬롯판 (22)이 장방향 도파관 (58)의 도파관 축방향으로 따라 이동하기 때문에 긴 슬롯 (58b)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도가 이동 가능한 슬롯판 (22)의 운동에 따라 변경한다. 따라서, 장방향 도파관 (58)의 도파관 축방향으로 이동 가능한 슬롯판 (22)을 주기적으로 왕복 이동시키므로서, 이동 가능한 슬롯판 (22)이 타이밍 t1, 타이밍 t2, 타이밍 t3, 타이밍 t2, 타이밍 t1, 타이밍 t2, ...의 위치에 위치하도록 이동된다. 즉, 장방향 도파관 (58)의 도파관 축방향으로 긴 슬롯 (58b)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 강한 부분을 앞뒤로 이동시키므로서 플라스마가 피처리 물체 (13)의 각각의 단면에 일정하게 조사된다.

제22도의 실선에 의해 도시되어 있듯이, 긴 슬롯 (58b)으로부터 조사된 마이크로웨이브의 전계강도로 인한 플라스마 밀도 분포가 바람직한 실시예 6에서 플라스마실 (7)의 수평방향을 따라 더 일정해진다.

#### [바람직한 제8실시예]

본 발명의 바람직한 제8실시예를 도시한 제26도는 제12도의 선 T-T'을 따라 택한 부분 단면도이다. 참조번호 (10a) 및 (10b)는 자계발생기이다.

자계발생기 (10a) 및 (10b)는 전원 (도시하지 않음)에 접속된 공기코어코일을 포함하고, 자계가 마이크로웨이브 투과창 (11) 주위에서 발생하도록 공기코어코일의 중심축이  $\theta$  (rad)까지 서로 이동시키는 관계로 연결부 주위에 위치해 있다. 아래에 설명되어 있듯이, 다이버전트 자계발생기 수단으로부터 자계발생기 (10a) 및 (10b)를 형성한다.

바람직한 실시예의 플라스마 처리장치에 있어서, 서로 90°의 상이한 위상을 하고, 반파장 튜브 전류가 자계발생기 (10a) 및 (10b)에 공급될 때 크기가 일정하고, 자력선이 실선 (H1)에서 점선 (H2)으로 지속적으로 변경되는 발전자계가 얻어질 수 있다. 다음, 플라스마실 (7)에서 발생한 플라스마의 전자와 이온이 자력선에 의해 제한되어서 물체 (13)에 공급된다. 즉, 시간과 공간적으로 자력선을 변경시키므로서 비균일한 플라스마가 피처리 물체 (13)에서 플라스마 조사의 동등한 양으로 투사되어 플라스마 처리의 균일성이 더 향상될 수 있다.

긴 슬롯 (58b)에서 조사된 마이크로웨이브의 전계강도에 의한 플라스마 밀도 분포가 바람직한 실시예 6의 제22도의 실선에 의해 도시되어 있듯이, 플라스마실 (7)의 수평방향을 따라 더 균일해진다.

자계발생기 (10a) 및 (10b)의 중심축에 의해 형성된 각  $\theta$ 은 긴 슬롯 (58b)에서 플라스마실 (7)까지 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 정제파의 파이크와 벨리가  $\lambda_0/40$ 이기 때문에 약  $(\lambda_0/2)/d$ 에 설정된다. 이 경우에, d는 마이크로웨이브 투과창 (11)에서 피처리 물체 (13)까지의 거리를 나타내고,  $\lambda_0$ 은 마이크로웨이브의 자유공간 파장이다.

#### [바람직한 제9실시예]

제27도는 바람직한 실시예 2 및 제5실시예가 서로 결합된 본 발명의 바람직한 제9실시예를 도시한 플라스마 처리장치의 개략적인 도면이다.

제27도는 플라스마실 (7)을 도시하고, 그리고 플라스마실 (7)과 결합하도록 제공된 장방향 도파관 (58) 및 (58')을 도시하고, 장방향 도파관 (58) 및 (58')은 도파관 축방향으로 연장하도록 장방향 도파관 (58) 및 (58')의 E면 (58a) 및 (58a')에 형성된 긴 슬롯 (58b) 및 (58b')을 지닌다. 이들 긴 슬롯 (58b) 및 (58b')은 적절한 공간으로 서로 평행하고, 마이크로웨이브의 자유공간 파장  $\lambda_0$ 의 1/4 또는 3/4까지 서로에게서 장방향 도파관 (58)의 도파관 축방향으로 시프트되도록 배열되어 있다. 또한, 장방향 도파관 (58) 및 (58')은 마이크로웨이브가 서로 다른 방향으로 공급되도록, 즉 마이크로웨이브가 정면측에서 상부 장방향 도파관 (58)의 도면의 종이 뒤쪽측으로 전파되고, 나머지 마이크로웨이브가 하부 장방향 도파관 (58')의 반대방향으로 전파되도록 마이크로웨이브 전원 (도시되지 않음)에 일단에서 연결되어 있다.

또한, 장방향 도파관 (58) 및 (58')은 또 다른 단에서 제4도의 바람직한 실시예 2에서처럼 단락회로판이 제공된 중단장치에 연결되어 있다. 따라서, 장방향 도파관 (58) 및 (58')과 마이크로웨이브 전원과 위에서 언급한 단락회로판 사이에 자동 임피던스 정합기를 제공함으로써 마이크로웨이브가 고효율로 플라스마실 (7)에 공급될 수 있다.

마이크로웨이브 도파관 형성부재 (26)는 장방향 도파관 (58) 및 (58')을 플라스마실 (7)과 전기적으로 접속되고, 각각의 마이크로웨이브 도파관 (36a) 및 (36a')의 단면은 긴 슬롯 (58b) 및 (58b')의 모양과 동일한 좁은 장방향 모양을 한다.

제28도는 제27도의 선 T1-T1'을 따라 택한 단면도를 도시하고, 제29도는 제27도의 선 T2-T2'을 따라 택한 단면도를 도시한다. 바람직한 실시예에서, 고체 유전체 (27) 및 (27')는 마이크로웨이브의 조사 밀도가 매우 강한 장방향 도파관 (58)의 중단측에서 마이크로웨이브 도파관 (36a) 및 (36a')에 끼워진다. 유전체 (27) 및 (27')로 전에 설명했듯이 마이크로웨이브를 흡수하지 않는 물질을 선택함으로써, 마이크로웨이브가 유전체 (27) 및 (27')에 의해 부분적으로 반사되고, 나머지 마이크로웨이브가 플라스마실 (7)의 창 (7c)에 도달하도록 유전체 (27) 및 (27')에 의해 부분적으로 반사된다.

마이크로웨이브가 장방향 도파관 (58) 및 (58')의 내부에서 경사지게 전파되기 때문에, 플라스마실 (7)의 마이크로웨이브의 조사 밀도가 장방향 도파관 (58) 및 (58')의 중단측에서의 높은 강도를 도시한 분포가 된다. 마이크로웨이브의 전계강도가 매우 강한 위치에서 유전체 (27) 및 (27')를 끼워서 발생한 장점은 마

이크로웨이브 도파관 (36a)과 하부 마이크로웨이브 도파관 (36a)에 대해 아래에 설명되어 있다.

제28도에 도시되어 있듯이, 상부 마이크로웨이브 도파관 (36a)에서 마이크로웨이브 (W2)는 유전체 (27)에 의해 반사되고, 상부 반사된 마이크로웨이브는 마이크로웨이브 (W21)가 되는 반면, 나머지 마이크로웨이브가 마이크로웨이브 (W22)가 되도록 유전체 (27)를 통과한다. 마이크로웨이브 (W21)는 플라스마실 (7)내의 마이크로웨이브의 원래 약한 부분을 강하게 하는 반면, 이와는 반대로 마이크로웨이브 (W22)는 마이크로웨이브 (W2)의 전력보다 낮은 마이크로웨이브 전력으로 감소시켜 플라스마실 (7)의 마이크로웨이브의 원래 강한 부분을 약하게 한다. 마이크로웨이브 (W3)의 경우에, 유전체 (27)에 의해 반사된 마이크로웨이브 (W3')가 장방향 도파관 (58)의 중단부에 제공된 이동 가능한 단락 회로판에 의해 더 반사된 다음, 반사된 마이크로웨이브는 플라스마실 (7)에 최종적으로 공급된다. 마이크로웨이브 (W22)처럼 약한 마이크로웨이브 전력으로 감소되어서 마이크로웨이브 (W32)가 마이크로웨이브의 원래 강한 부분을 약하게 한다. 따라서, 플라스마실 (7)에 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 유전체 (27)가 끼워지지 않을 때의 분포보다 더 균일한 제30도의 점선에 의해 도시된 분포이다.

제29도에 도시되어 있듯이, 하부 마이크로웨이브 도파관 (36a')에서 마이크로웨이브 (W2')는 유전체 (27)에 의해 반사되고, 반사된 마이크로웨이브가 마이크로웨이브 (W21')가 되는 반면, 나머지 마이크로웨이브가 마이크로웨이브 (W22')가 되도록 유전체를 통과한다. 마이크로웨이브 (W21')는 플라스마실 (7) 내의 마이크로웨이브의 원래 약한 부분을 강하게 하기 위해 작용하는 반면, 이와는 달리 마이크로웨이브 (W22')는 마이크로웨이브 (W2')의 전력보다 낮은 마이크로웨이브 전력으로 감소하게 되어서 플라스마실 (7)에서의 마이크로웨이브의 원래 강한 부분을 약하게 한다. 마이크로웨이브 (W3')의 경우, 유전체에 의해 반사된 마이크로웨이브 (W31')가 장방향 도파관 (58')의 중단부에 제공된 이동 가능한 단락회로판에 의해 더 반사되고, 반사된 마이크로웨이브가 최종적으로 플라스마실 (7)에 공급된다. 한편, 유전체 (27')를 통해 투과된 마이크로웨이브 (W32')가 마이크로웨이브 (W22')와 같이 약한 마이크로웨이브 전력까지 감소되어서 마이크로웨이브는 마이크로웨이브의 원래 강한 부분을 약하게 한다. 따라서, 플라스마실 (7)에 조사된 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 유전체 (27')가 끼워지지 않을 때보다 더 일정한 제30도의 일정선에 의해 도시된 분포이다.

또한, 장방향 도파관 (58) 및 (58')에 제공된 긴 슬롯 (58b) 및 (58b')이  $(1/4)\lambda_0$  또는  $(3/4)\lambda_0$ 까지 서로 도파관 축방향으로 이동하기 때문에 마이크로웨이브의 전계강도의 분포가 제30도의 실선에 의해 도시된 것처럼 도파관 축방향으로 실질적으로 균일하게 된다.

[바람직한 제10실시예]

제31도는 바람직한 실시예 2 및 제8실시예가 함께 결합된 본 발명의 제10실시예를 도시한 구조도이다. 장방향 도파관 (58) 및 (58'), 마이크로웨이브 도파관 형성부재 (36) 및 플라스마실 (7) 이 자계발생기 (10a) 및 (10b)를 제외하고 실시예 2와 같은 방식으로 배열되어 있다. 제32도 및 제33도는 제31도의 선 T1-T1'을 따라 택한 단면도 및 제31도의 선 T2-T2'을 따라 택한 단면도이다.

자계발생기 (10a) 및 (10b)는 전원에 연결된 공기코어코일을 포함하고, 자계발생기 (10a) 및 (10b)의 공기코어코일의 중심축이  $\theta$  (rad)까지 서로 교차하는 방식으로 마이크로웨이브 도파관 (36a) 및 (36a')를 포위하도록 제공되어 있다. 예를 들어, 서로 90° 다른 위상을 하고 정류된 반파인 전류가 자계발생기 (10a) 및 (10b)에 공급될 때에 크기가 일정하고 자력선이 실선 (H1)에서 점선 (H2)까지 지속적으로 변경할 수 있는 자계, 즉 발전자계가 플라스마실 (7)의 창 (7c)과 피처리 물체 (13) 사이의 공간에 형성될 수 있다. 플라스마실 (7)에서 발생한 플라스마의 전지와 이온이 자력선에 의해 구속하에서 물체 (13)에 공급된다. 즉, 시간과 공간으로 자력선을 변경시키므로서 비균일 플라스마가 피처리 물체 (13)로의 플라스마 조사의 동등한 양으로 투사되어 플라스마 처리의 균일성이 더 향상될 수 있다.

긴 슬롯 (58b) 및 (58b')에서 플라스마실 (7)에 조사된 마이크로웨이브의 조사전계강도의 피크와 벨리 사이의 간격이  $\lambda_0/4$ 라는 사실을 고려해, 마이크로웨이브의 위에서 언급한 조사전계로 인한 고저 플라스마 강도가 전계발생기 (10a) 및 (10b)에 의해 발전자계의 작용에 의해 서로 보충되게 하기 위해 자계발생기 (10a) 및 (10b)의 중심축에 의해 형성된 각  $\theta$  (rad)이 다음 관계식을 만족하도록 설정된다.

$$d\theta \approx \lambda_0/2 \quad \dots\dots (1)$$

여기서, d는 마이크로웨이브 투과창 (11)에서 피처리 물체 (13) 까지의 거리이고,  $\lambda_0$ 는 마이크로웨이브의 자유공간 파장이다.

제34도를 참조하면, 상부 장방향 도파관 (58)의 긴 슬롯 (58b)에서부터 조사된 마이크로웨이브와 발전자계로 인한 플라스마 밀도 분포가 점선으로 표시되어 있고, 하부 장방향 도파관 (58')의 긴 슬롯 (58b')에서 조사된 마이크로웨이브 및 발전자계로 인한 플라스마 밀도 분포가 일정선에 의해 도시되어 있다. 제34도에서 알 수 있듯이, 플라스마실 (7)의 수평방향을 따라 더 균일한 플라스마 밀도 분포가 얻어질 수 있다.

[바람직한 제11실시예]

제35도는 바람직한 실시예 2, 제5실시예 및 제8실시예가 서로 결합된 본 발명의 제11실시예의 플라스마 처리장치의 구조도이다.

마이크로웨이브 도파관 형성부재 (36)는 장방향 도파관 (58) 및 (58')을 플라스마실 (7)과 전기적으로 접속시키고, 각각의 마이크로웨이브 (36a) 및 (36a')의 단면이 긴 슬롯 (58b) 및 (58b')의 모양과 동일한 좁은 장방향 모양이다.

마이크로웨이브 도파관 (36a) 및 (36a')에서 고체 유전체 (27) 및 (27')가 마이크로웨이브의 조사전계강도가 매우 강한 장방향 도파관 (58) 및 (58')의 중단측에 끼워진다. 유전체 (27) 및 (27')는 바람직한 제5실시예와 같은 방식으로 구조되어 배열되어 있다.

자계발생기 (10a) 및 (10b)는 전원에 접속된 공기코어코일을 포함하고, 발생기 (10a) 및 (10b)의 중심축이  $\theta$  (rad)만큼 서로 교차하도록 마이크로웨이브 도파관 (36a) 및 (36a')를 포위하도록 제공되어 있다. 자계발생기 (10a) 및 (10b)는 플라스마 밀도 분포의 균일성을 얻는데 이용된다. 플라스마 밀도를 균일하게 하는 원리 및 균일성이 유효한 각  $\theta$  (rad)를 설정하는 방법은 바람직한 제8실시예와 같다.

본 바람직한 실시예에 의해 얻어진 플라스마 밀도 분포는 제34도의 실선에 의해 도시된 분포와 유사하다. 따라서, 양호한 균일성의 플라스마 분포가 얻어질 수 있다.

[바람직한 제12실시예]

제36도는 바람직한 제5실시예 및 제8실시예가 서로 결합된 본 발명의 제12실시예를 도시한 플라스마실 (7)과 플라스마실 (7)과 결합하는 장방향 도파관 (58)의 횡단면도이다.

제36도를 참조하면, 마이크로웨이브가 아이소레이터, 방향성 결합기, 자동 임피던스 정합기 및 코너 장방향 도파관을 통해 마이크로웨이브 전원에서 장방향 도파관 (58)에 도입된다. 또한, 이동 가능한 단락회로 판이 장비된 중단장치가 장방향 도파관 (58)의 중단에 제공되어 있다. 바람직한 제12실시예의 마이크로웨이브는 바람직한 실시예 1을 도시한 제1도의 구성과 같은 구성이다.

마이크로웨이브 도파관 형성부재 (36)는 장방향 도파관 (58)을 플라스마실 (7)과 전기적으로 접속시키고, 각각의 마이크로웨이브 도파관 (36a)의 단면이 긴 슬롯 (58b)의 모양과 동일한 좁은 장방향 모양이다.

제37도는 제36도의 선 T-T'을 따라 택한 단면도이다. 고체 유전체 (27)가 플라스마실 (7) 쪽으로 조사된 마이크로웨이브의 조사장이 매우 강한 부분에서 마이크로웨이브 도파관 (36a)에, 즉 장방향 도파관 (58)에 끼워진다. 유전체로 전에 설명했듯이 마이크로웨이브를 흡수하지 않는 물질을 선택하므로써 마이크로웨이브가 유전체 (27)에 의해 부분적으로 반사되는 반면, 나머지 마이크로웨이브가 플라스마실 (7)의 창 (7c)에 도달하도록 유전체 (27)를 투과한다. 따라서, 유전체 (27)는 플라스마실 (7)의 마이크로웨이브의 원래 약한 부분을 강하게 하고, 마이크로웨이브의 원래 강한 부분을 약하게 한다. 유전체 (27)의 삽입에 의한 플라스마실 (7)의 마이크로웨이브의 일정한 전계강도분포를 얻는 원리가 바람직한 제5실시예와 같다.

자계발생기 (10a) 및 (10b)는 전원에 연결된 공기코어코일을 포함하고, 자계발생기 (10a) 및 (10b)의 중심축이  $\theta$  (rad)만큼 교차하는 상태로 마이크로웨이브 도파관 (36a)의 외주변에 제공되어 있다. 예를 들어, 서로 90° 다른 위상을 하고 제9실시예에서 미리 결정되어 있듯이, 정류된 반파인 전류가 자계발생기 (10a) 및 (10b)를 통과할 때 크기가 일정하고 자력선이 점선 (H1)에서 실선 (H2)까지 일정하게 변경하는 자계, 즉 발전자계가 플라스마실 (7)의 창 (7c)과 피처리 물체 (13) 사이의 공간에 형성될 수 있다. 플라스마실 (7) 내에서 발생한 플라스마의 전자와 이온이 구속하에서 자력선에 의해 물체 (13)에 공급된다. 즉, 시간과 공간으로 자력선을 변경시키므로써 비균일 플라스마가 피처리 물체 (13)로의 플라스마 조사의 동등한 양으로 투사될 수 있어서 플라스마 처리의 균일성이 더 향상될 수 있다.

제38도는 플라스마실 (7)에 조사된 마이크로웨이브의 전계강도를 도시한다. 제38도에 도시되어 있듯이, 긴 슬롯 (58b)에서 플라스마실 (7)로 조사된 마이크로웨이브의 조사장의 파이크와 벨리 사이의 간격이  $\lambda_0/4$ 라는 사실을 고려하면, 마이크로웨이브의 위에서 언급한 조사전계로 인한 고,저 플라스마 강도의 자계발생기 (10a) 및 (10b)로 인한 발전자계의 작용에 의해 서로 보충되도록 자계발생기 (10a) 및 (10b)의 중앙측에 의해 형성된 각  $\theta$  (rad)이 다음 관련식을 만족하도록 설정된다.

$$d\theta \cong \lambda_0/2 \quad \dots\dots (2)$$

여기서,  $d$ 는 마이크로웨이브 투과창 (11)에서 피처리 물체 (13)까지의 거리이고,  $\lambda_0$ 는 마이크로웨이브의 자유공간 파장이다.

제37도의 자계(H1) 및 (H2)에 의해 피처리 물체의 플라스마 밀도 분포가 제39도의 점선과 일정선에 의해 도시되어 있다. 자력선이 방향으로 연속적으로 변경되는 발전자계를 제공하므로써 플라스마 밀도 분포가 실선에 의해 도시되어 있듯이 레벨된다. 따라서, 일정 플라스마 밀도 분포가 피처리 물체 (13)의 전체 면적에 걸쳐 얻어진다.

[바람직한 또 다른 실시예]

바람직한 실시예 1에서 마이크로웨이브가 장방향 도파관 (58)의 일단에 공급된다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 장방향 도파관 (18)의 또 다른 단에 접속된 중단장치 (19)가 제거되고, 이 대신 또 다른 마이크로웨이브 전원이 또 다른 단에 연결된 다음 마이크로웨이브가 장방향 도파관 (18)의 양단에 공급된다. 이 경우에, 바람직한 실시예 2와 같은 기능과 효과가 얻어질 수 있다.

바람직한 실시예 1 및 실시예 2에서, 두 개의 긴 슬롯 (18b) 및 (18c) 또는 (28b) 및 (28b')이 하나의 장방향 도파관 (18) 또는 두 개의 장방향 도파관 (28) 및 (28')에 제공된다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 하나 이상의 긴 슬롯이 제공될 수 있다. 이 경우에, 인접한 긴 슬롯이  $\{(2n-1)/4\}\lambda_0$  (여기서,  $n$ 은 자연수)까지 서로에게서 이동하도록 위치되어 있다.

또한, 3개 또는 그 이상의 장방향 도파관에 제공될 수 있다. 이 경우에, 인접한 긴 슬롯이  $\{(2n-1)/4\}\lambda_0$  (여기서,  $n$ 은 자연수)까지 서로에게서 이동하고, 마이크로웨이브 전원, 아이소레이터, 코너 장방향

도파관, 방향성 결합기 및 자동 임피던스 정합기는 마이크로웨이브가 서로 다른 및 서로 평행한 방향으로 인접한 장방향 도파관에 공급된다.

바람직한 실시예 3에서, 두 개의 장방향 도파관 (38) 및 (38')이 제공된다. 그러나, 3개 또는 그 이상의 장방향 도파관이 제공될 수 있다.

바람직한 실시예 4에서 하나의 장방향 도파관 (48)이 제공될 수 있다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 두 개 이상의 장방향 도파관이 제공될 수도 있다.

바람직한 제9실시예 - 제11실시예에서 하나의 긴 슬롯이 하나의 장방향 도파관에 제공된다. 그러나, 두 개 이상의 긴 슬롯이 하나의 장방향 도파관에 제공될 수도 있다. 또한, 이러한 경우에 장방향 도파관의 수가 3개 이상일 수 있다.

본 발명이 수반한 도면과 관련하여서 모두 설명했을지라도 여러 변경과 수정이 가능하다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

플라즈마 처리장치는, 측벽에 형성된 좁은 창을 지닌 플라즈마실과, 피처리 물체가 상기 창 내부에 제공되어 있고; 또한 상기 플라즈마실과의 결합하는 장방향 도파관과, 상기 장방향 도파관은 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창에 대향하고, 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향에 따라 연장하도록 E면에 배열된 긴 슬롯을 지니고, 또한 상기 장방향 도파관은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향에 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 수평 방향에 평행하고; 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단과를 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 상기 긴 슬롯을 통해 장방향 도파관에서 상기 플라즈마실로 조사되는 것에 있어서, 상기 플라즈마 처리장치는, 하나 이상의 상기 장방향 도파관에 배열된 두 개 이상의 긴 슬롯을 구비하고; 상기 각각의 긴 슬롯의 수평길이는 마이크로웨이브의 자유공간 파장의 1/2 또는 그 이상으로 설정되고; 상기 긴 슬롯은 인접한 상기 긴 슬롯이 서로 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향으로 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $(2n-1)/4$ 까지 이동하고, 여기서  $n$ 은 자연수임을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

##### 청구항 2

제1항에 있어서, 하나 이상의 긴 슬롯을 지닌 두 개 이상의 상기 장방향 도파관과; 상기 장방향 도파관의 서로 다른 하나에 인접한 상기 장방향 도파관중 하나의 방향과 다른 방향으로 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관의 또 다른 하나에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단과를 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

##### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 각각의 긴 슬롯은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향으로 상기 긴 슬롯을 동등하게 세분화함으로써 배열된 다수의 서브 슬롯으로 구성된 슬롯 어레이이고, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 장방향 도파관의 종단에 제공되며, 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 이동하도록 제공된 이동 가능한 단락회로판을 지닌 종단장치를 더 구비하고; 상기 이동 가능한 단락회로판은 상기 장방향 도파관에서 발생한 전압정재파의 피크의 중앙부가 상기 서브 슬롯의 수평중앙부와 일치하도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

##### 청구항 4

제1항에 있어서, 긴 슬롯을 지닌 상기 장방향 도파관을 지니고, 상기 긴 슬롯은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향으로 상기 긴 슬롯을 동등하게 세분화함으로써 배열된 다수의 서브 슬롯으로 구성된 슬롯 어레이이고; 또한 상기 장방향 도파관의 종단에 제공되고, 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 이동하도록 제공된 이동 가능한 단락회로판을 지닌 종단장치를 구비하고; 상기 이동 가능한 단락회로판은 상기 장방향 도파관에서 발생한 전압정재파의 피크의 중앙부가 서브 슬롯의 수평중앙부와 일치하도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

##### 청구항 5

플라즈마 처리장치는, 측벽에 배열된 좁은 창을 지니고, 피처리 물체가 상기 좁은 창 내부에 제공된 플라즈마실과; 또한 상기 플라즈마실과 결합하는 장방향 도파관을 구비하고, 상기 장방향 도파관은 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창에 대향하여 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장되게 위치한 긴 슬롯을 지니고, 또한 상기 장방향 도파관은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향에 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 수평방향에 평행하게 제공되어 있고; 또한, 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원 수단을 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 상기 긴 슬롯을 통해 장방향 도파관에서 상기 플라즈마실로 조사되는 것에 있어서, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의 1/2 또는 그 이상으로 설정되고, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 긴 슬롯과 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 사이에 제공된 마이크로웨이브 도파관 형성부재를 구비하고, 상기 마이크로웨이브 도파관 형성부재는 상기 긴 슬롯의 개구모양과 동일한 단면을 하는 마이크로웨이브 도파관을 지니고; 또한 어떤 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 재료로 만들어진 유전체를 구비하고, 상기 유전체는 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 상기 장방향 도파관의 종단 부근의 위치에서 상기 마이크로웨이브 도파관에 끼워지고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 전송하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

##### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 긴 슬롯의 수평방향의 상기 유전체의 길이는  $n$ 이 자연수인 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $n/2$ 에 설정되고, 상기 마이크로웨이브 도파관으로의 상기 유전체의 삽입길이는 상기 플라즈마실



의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도가 실질적으로 균일하게 되도록 상기 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절함으로써 설정되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 7

플라즈마 처리장치는, 측벽에 배설된 좁은 창을 지닌 플라즈마실을 구비하고, 피처리 물체가 상기 좁은 창 내부에 제공되고; 또한 플라즈마실과 결합하는 장방향 도파관을 구비하고, 상기 장방향 도파관은 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창에 대하여 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장되도록 위치한 E면에 배설된 긴 슬롯을 지니고, 상기 장방향 도파관은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향이 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 수평 방향에 평행하도록 제공되어 있고; 또한 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 장방향 도파관에서 상기 긴 슬롯을 통해 상기 플라즈마실에 조사되는 것에 있어서, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정되고, 상기 플라즈마 처리장치는, 마이크로웨이브의 안내파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 이동하도록 상기 장방향 도파관의 종단에 제공된 이동 가능한 단락 회로판과; 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 주기적으로 또는 비주기적으로 상기 이동 단락회로판을 이동시키는 이동구동수단을 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 8

플라즈마 처리장치는, 측벽에 배설된 좁은 창을 지닌 플라즈마실을 구비하고, 피처리 물체는 상기 좁은 창 내부에 제공되어 있고; 또한 상기 플라즈마실과 결합하는 장방향 도파관을 포함하고, 상기 장방향 도파관은 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창에 대하여 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장되도록 E면에 배설된 긴 슬롯을 지니고, 상기 장방향 도파관은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향이 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 수평 방향에 평행하게 제공되어 있고, 또한 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 상기 긴 슬롯을 통해 장방향 도파관에서 상기 플라즈마실에 조사되는 것에 있어서, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정되고, 상기 플라즈마 처리장치는, 도파관 축방향을 따라 상기 긴 슬롯의 수평길이 보다 짧은 길이를 하고, 상기 긴 슬롯의 폭과 같은 폭을 하는 개구부를 지닌 이동 가능한 슬롯판을 지니고, 상기 이동 가능한 슬롯판은 상기 개구부가 상기 긴 슬롯에 대하여하도록 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 이동하게 상기 장방향 도파관에 긴 슬롯과 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 사이의 공간에 배설되어 있고; 또한 마이크로웨이브의 자유공간의  $1/2$  또는 그 이상의 길이로 주기적으로 또는 비주기적으로 상기 이동 가능한 슬롯판을 이동시키는 이동구동수단을 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 9

플라즈마 처리장치는, 측벽에 배설된 좁은 창을 지닌 플라즈마실을 구비하고, 피처리 물체가 상기 좁은 창 내부에 제공되어 있고; 상기 플라즈마실과 결합하는 장방향 도파관을 구비하고, 상기 장방향 도파관은 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창에 대하여 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 연장되도록 E면에 배설된 긴 슬롯을 지니고, 상기 장방향 도파관은 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향이 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 수평 방향에 평행하게 제공되어 있고, 또한 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 구비하고; 상기 마이크로웨이브는 상기 긴 슬롯을 통해 장방향 도파관에서 상기 플라즈마실로 조사되는 것에 있어서, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 긴 슬롯의 수평길이가 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $1/2$  또는 그 이상으로 설정되고, 상기 플라즈마 처리장치는, 상기 플라즈마실에 제공된 상기 물체와 상기 좁은 창 사이의 공간에서 전계를 발생시키고, 발생한 전계의 방향과 강도를 변경시키는 전계발생수단을 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 10

제2항에 있어서, 각각의 상기 긴 슬롯과 상기 플라즈마실 사이에 제공되고, 두 개 이상의 마이크로웨이브 도파관을 지니고, 각각의 도파관은 각각의 상기 긴 슬롯의 개구모양과 동일한 단면을 하는 마이크로웨이브 형성부재와; 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 재료로 만들어진 유전체를 구비하고, 상기 유전체는 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 상기 장방향 도파관의 종단 부근의 위치에서 각각의 상기 마이크로웨이브 도파관에 끼워지고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 투과시키고; 각각의 상기 긴 슬롯의 수평방향으로서 각각의 상기 유전체의 길이가  $n$ 이 자연수인 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $n/2$ 에 설정되고; 상기 마이크로웨이브 도파관으로의 각각의 상기 유전체의 삽입길이는 상기 플라즈마실의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계강도가 실질적으로 균일하게 되도록 각각의 상기 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절함으로써 설정되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 11

제9항에 있어서, 하나 이상의 상기 긴 슬롯을 지닌 각각의 두 개 이상의 상기 장방향 도파관과; 상기 장방향 도파관의 서로 다른 하나에 인접한 상기 장방향 도파관 중 하나의 방향과 다른 방향으로 마이크로웨이브를 상기 장방향 도파관의 또 다른 하나에 공급하는 마이크로웨이브 전원수단을 공급하고; 상기 긴 슬롯은 인접한 상기 긴 슬롯이 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $(2n-1)/4$ 까지 서로 이동하고, 여기서  $n$ 은 자연수인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 긴 슬롯과 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 사이에 제공된 마이크로웨이브 도파관 형성부재를 포함하고, 상기 마이크로웨이브 도파관 형성부재는 상기 긴 슬롯의 개구모양과 같은 단면을 지닌 마이크로웨이브 도파관을 지니고; 또한 마이크로웨이브를 흡수하지 않는 재료로 만들어진 유전체를 구비하고, 상기 유전체는 상기 장방향 도파관의 도파관 축방향을 따라 상기 장방향 도파관의 종단부근의 위

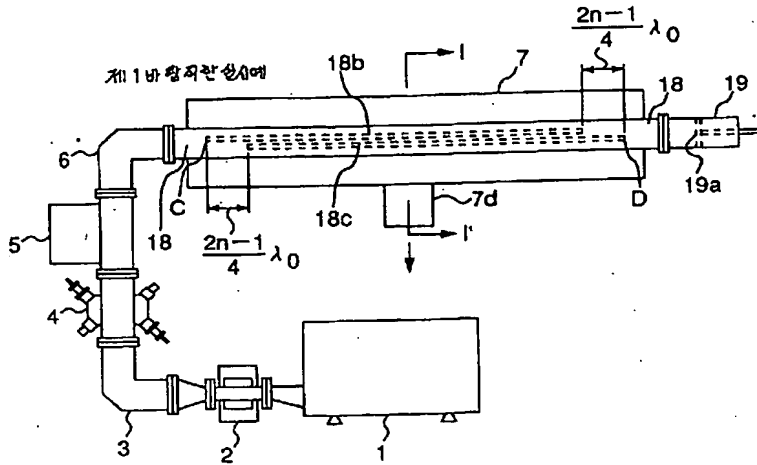
치에서 상기 마이크로웨이브 도파관에 끼워지고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 부분을 반사시키고, 마이크로웨이브의 또 다른 부분을 통과시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

### 청구항 13

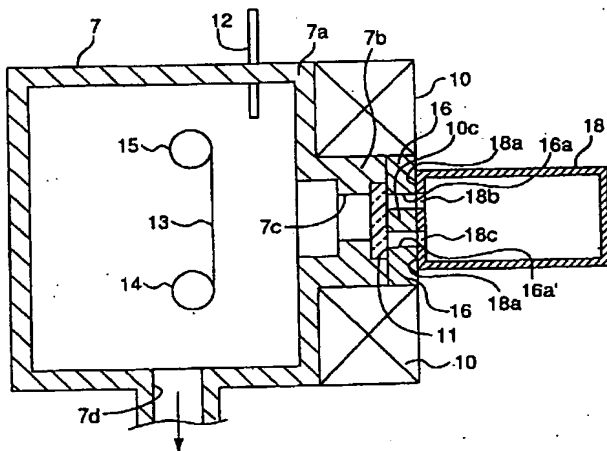
제9항에 있어서, 상기 긴 슬롯과 상기 플라즈마실의 상기 좁은 창 사이에 제공된 마이크로웨이브 형성부재를 구비하고, 상기 마이크로웨이브 형성부재는 상기 긴 슬롯의 개구 모양과 단면을 지닌 마이크로웨이브 도파관을 지니고 ; 또한, 어떠한 마이크로웨이브로 흡수하지 않는 재료로 만들어진 유전체를 구비하고, 상기 유전체는 상기 장방향 도파관의 상기 도파관 축방향을 따라 상기 장방향 도파관의 중단 부근의 위치에 상기 마이크로웨이브 도파관에 끼워지고, 상기 유전체는 마이크로웨이브의 일부를 반사시키고, 나머지 마이크로웨이브를 통과시키고 ; 상기 긴 슬롯의 수평방향의 상기 유전체 길이는  $n$ 이 자연수인 마이크로웨이브의 자유공간 파장의  $n/2$ 로 설정되고, 상기 마이크로웨이브 도파관으로의 유전체의 삽입길이는 플라즈마실의 수평방향을 따르는 마이크로웨이브의 전계 강도가 실질적으로 균일하도록 상기 유전체의 마이크로웨이브 투과율을 조절함으로써 설정되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

### 도면

도면1

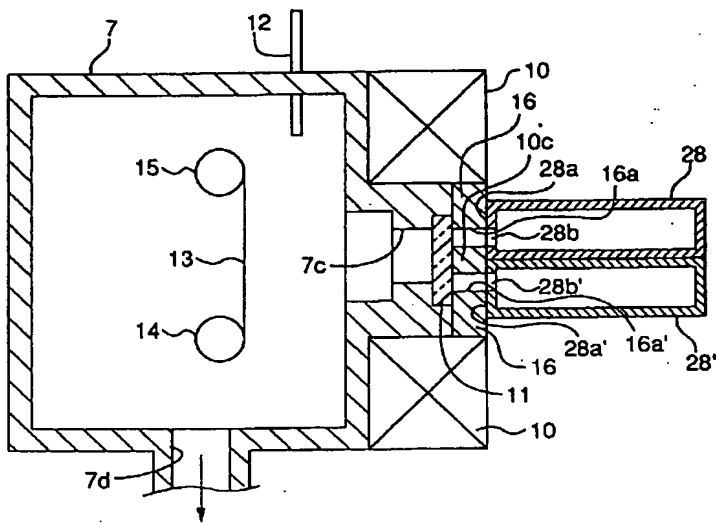


도면2

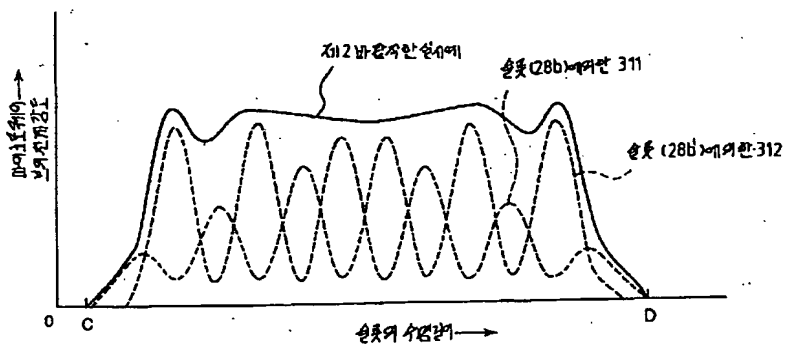




도면5

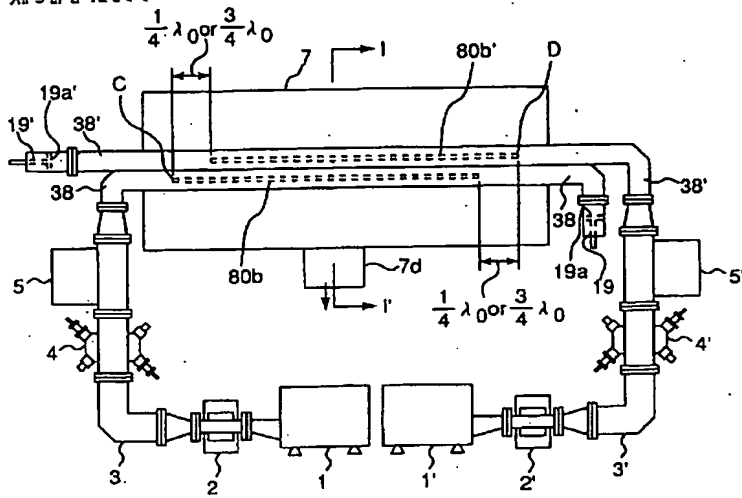


도면6

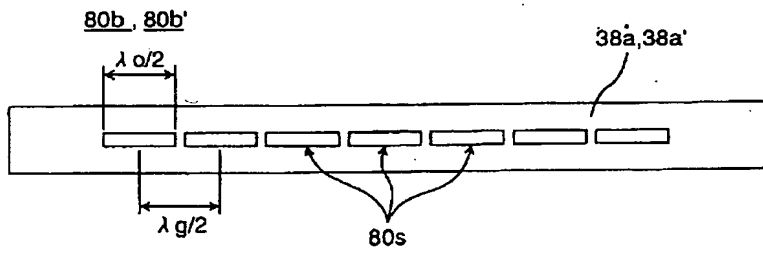


도면7

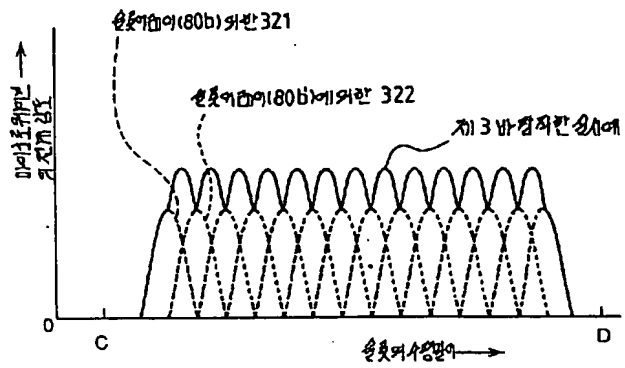
제 3 바람직한 실시예



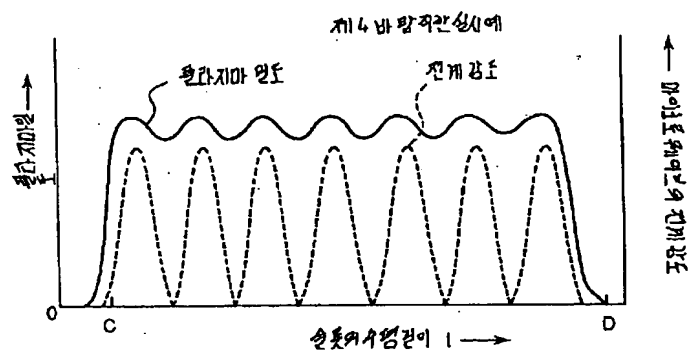
도면8



도면9

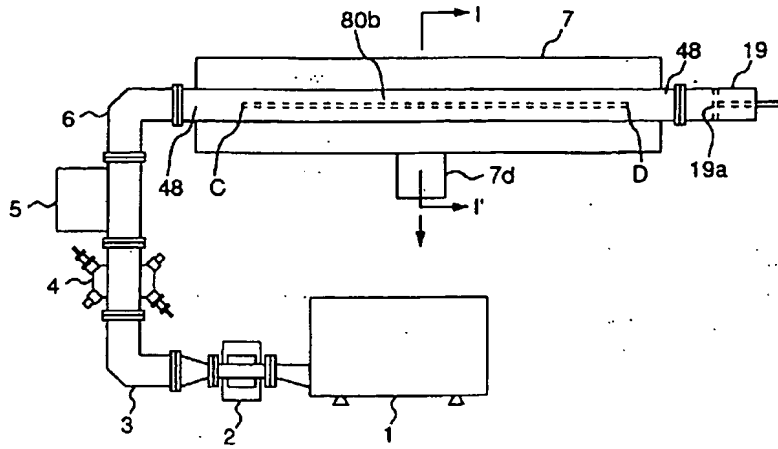


도면10



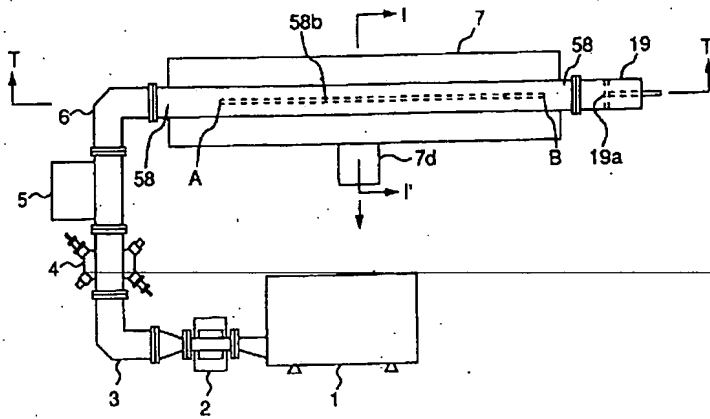
도면 11

제 4 바람직한 실시예

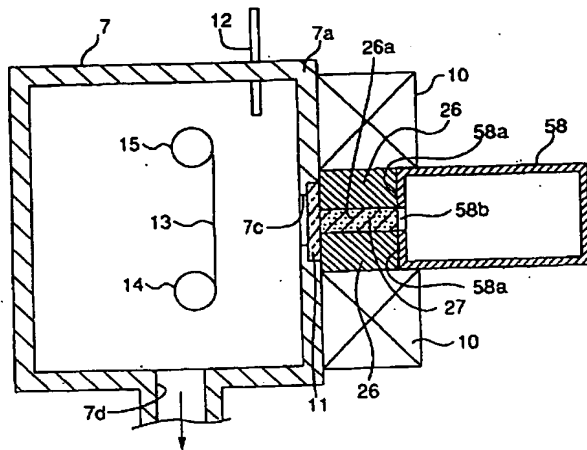


도면 12

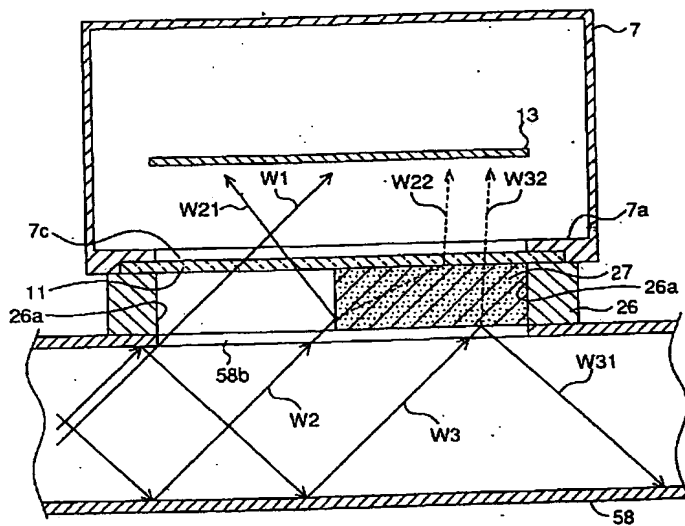
제 5 바람직한 실시예



도면 13

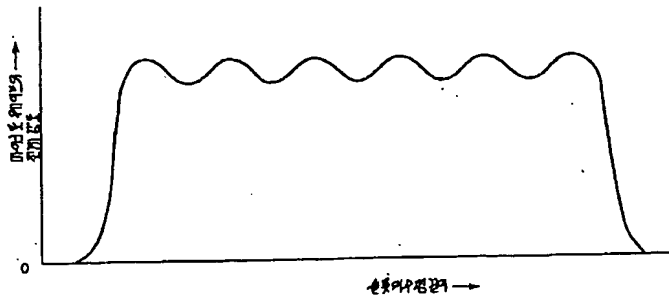


도면 14

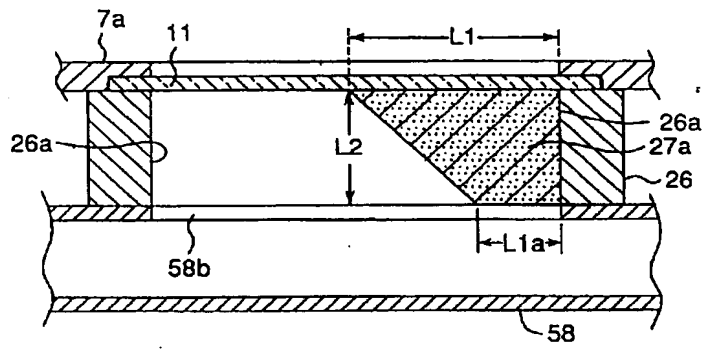




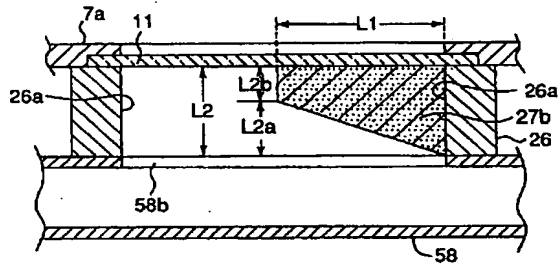
도면 15



도면 16



도면 17

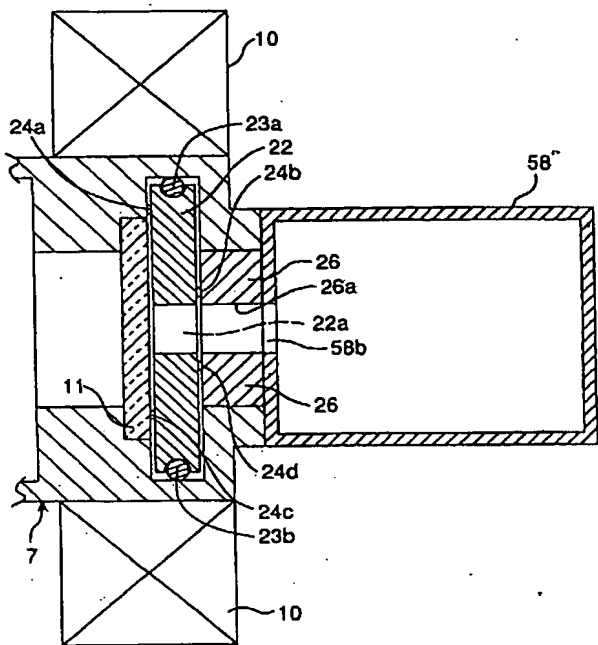




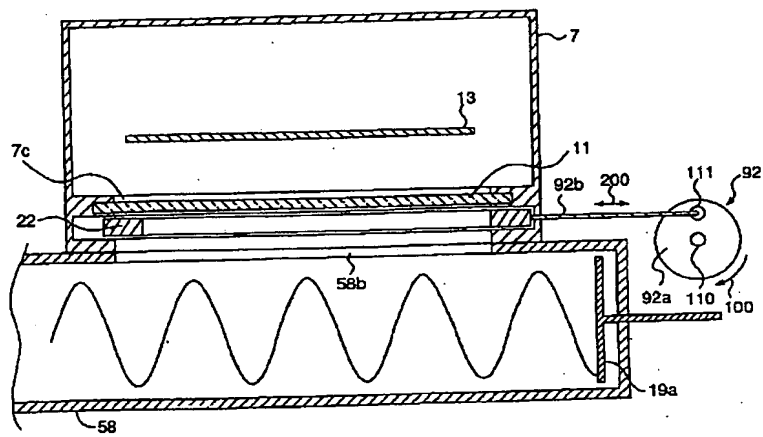


도면23

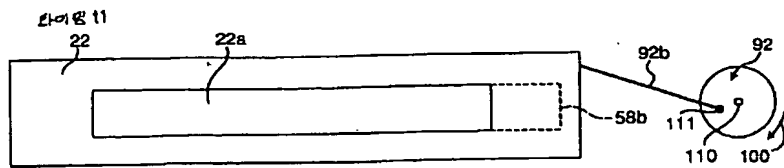
제7바를 잠금한 상태



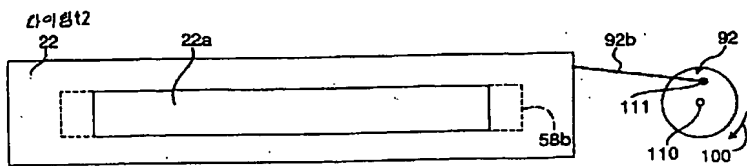
도면24



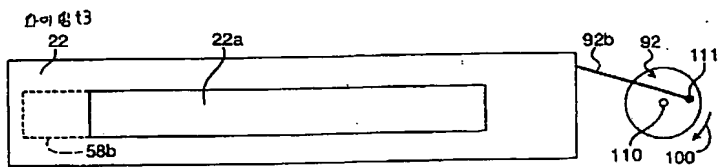
도면 25a



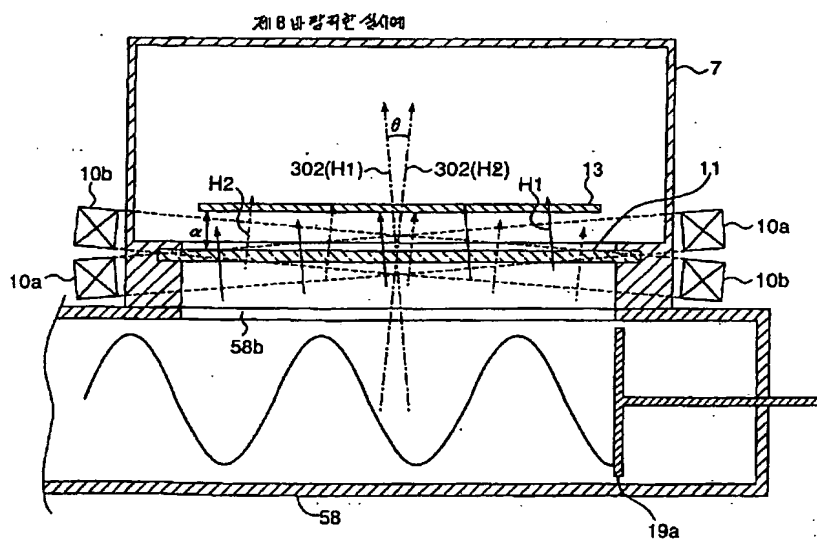
도면 25b



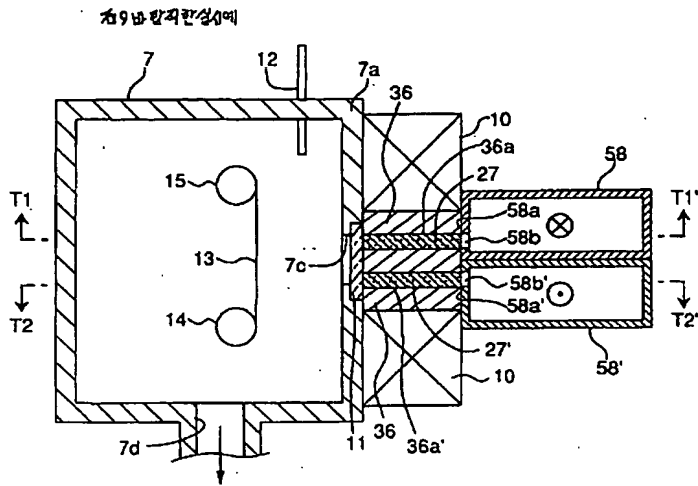
도면 25c



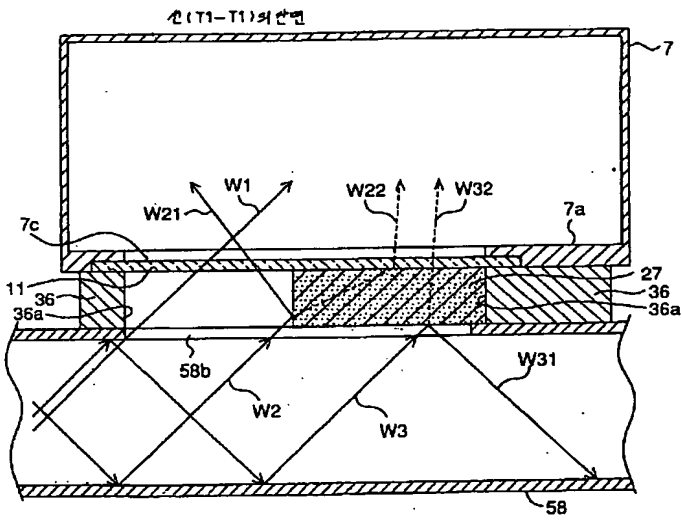
도면26



도면27



도면28

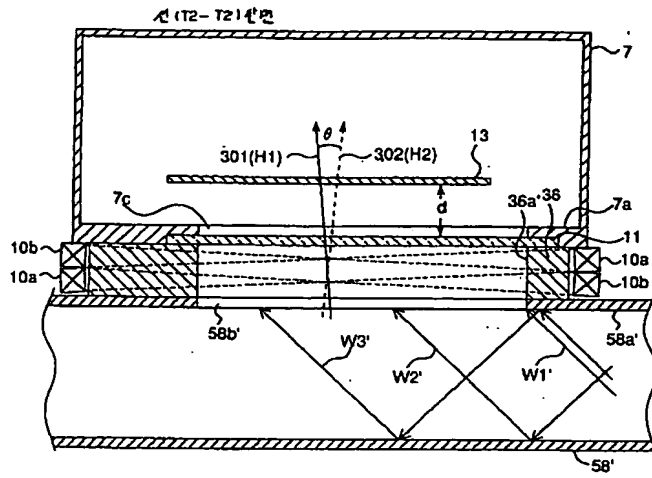




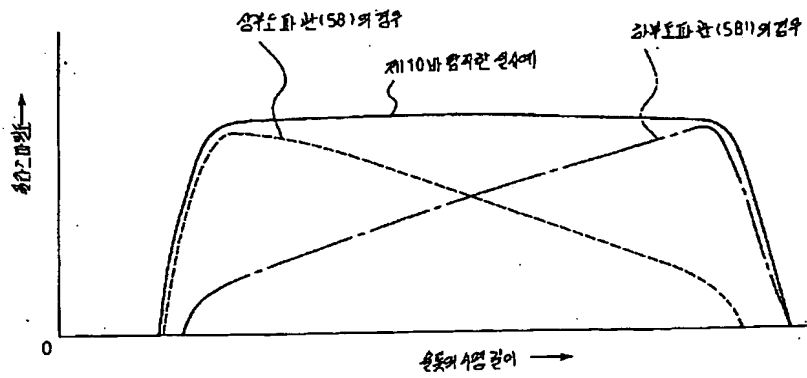




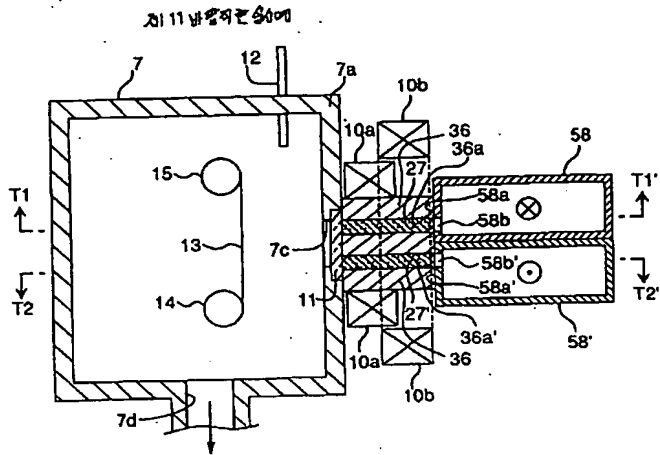
도면33



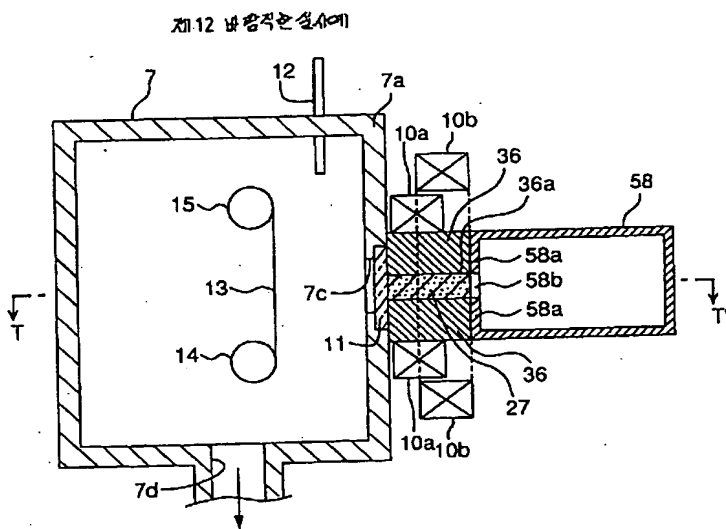
도면34



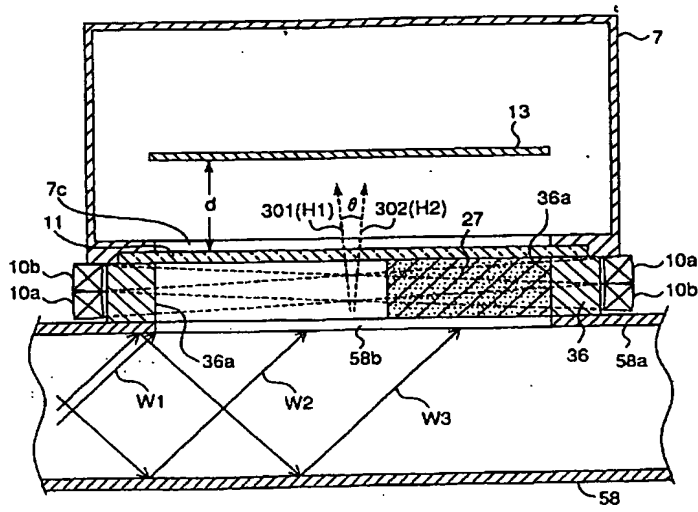
도면35



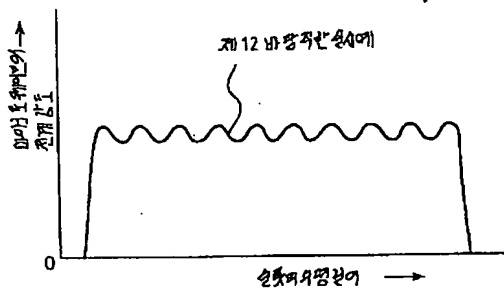
도면36



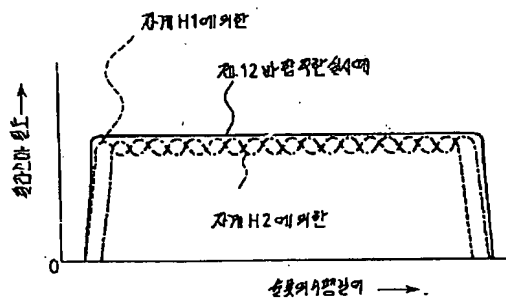
도면37



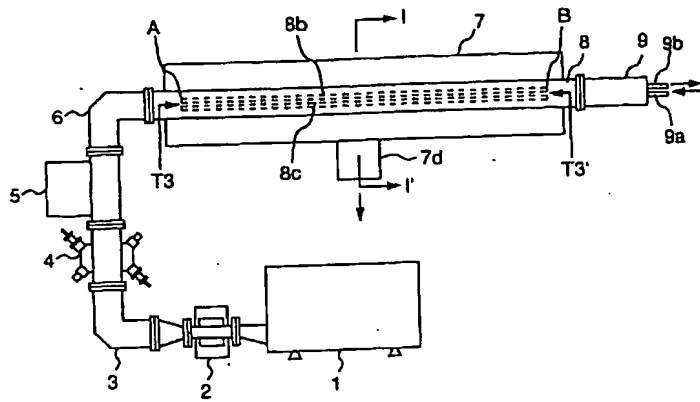
도면38



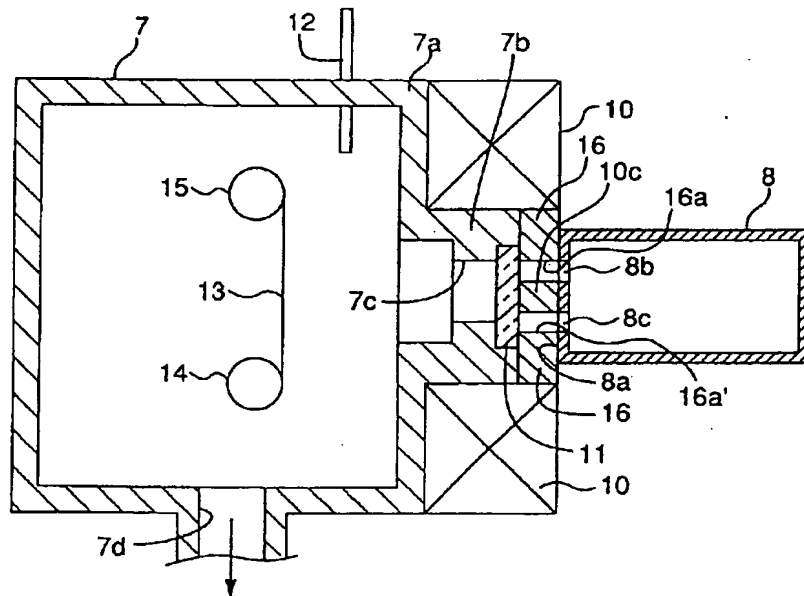
도면39



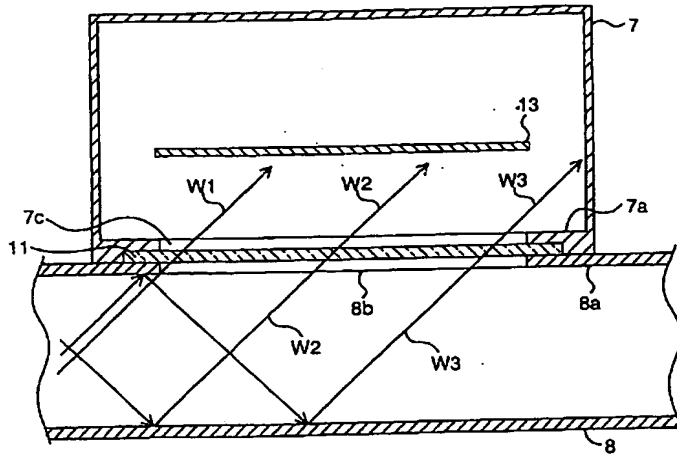
도면40



도면41



도면42



도면43

